

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»  
Институт математики, физики, информатики и технологий  
Кафедра физики и математического моделирования

**«Разработка эффективного технологического процесса в основе системы  
автоматизированного проектирования Вертикаль»**

Выпускная квалификационная работа  
Направление: 09.03.03 – прикладная информатика  
Профиль: Прикладная информатика в экономике

Квалификационная работа  
допущена к защите  
Заведующий кафедрой  
д.ф.-м. н., профессор  
Сидоров Валерий Евгеньевич

Исполнитель:  
Плетнев Никита  
Николаевич  
группа БЭ-51z

\_\_\_\_\_  
дата

\_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_  
подпись

Руководитель:  
Минина Елена Евгеньевна  
к.п.н., доцент

\_\_\_\_\_  
подпись

Екатеринбург 2017

## Содержание

Введение.....	3
1. Теоретические основы системы автоматизированного проектирования.....	6
1.1 Основные понятия САПР .....	6
1.1.1 Подсистемы САПР .....	9
1.1.2 Компоненты и обеспечение .....	10
1.1.3 Классификация САПР с использованием английских терминов....	13
1.2 Анализ САПР ТП Вертикаль .....	16
1.2.1 Система расчета режимов резания .....	18
1.2.2 Универсальные справочники .....	20
1.3 Аналоги САПР ТП «Вертикаль» .....	23
1.3.1 Система T-FLEX Технология.....	23
1.3.2 Система ТехноПро .....	27
2. Анализ САПР ТП «Вертикаль»на примере предприятия ООО «СанТехСнаб» .....	31
2.1 Общие сведения о компании ООО «СанТехСнаб» .....	31
2.2 Выбор типа производства.....	35
2.3 Установка САПР ТП Вертикаль .....	36
2.4 Разработка технологического процесса.....	49
2.4.1 Регистрация пользователей ВЕРТИКАЛЬ .....	50
2.4.2 Интерфейс «Вертикаль» .....	51
2.4.3 Создание нового технологического процесса.....	52
2.4.4 Наполнение дерева технологического процесса с использованием операции и переходов .....	53
2.4.5 Расчет режимов резания .....	60
2.4.6 Формирование комплекта технологической документации.....	62
Заключение .....	65
Список используемой литературы .....	67

## **Введение**

Экономическое развитие многих стран, а так же Российской Федерации, обуславливается за счёт прогресса научно-технической отрасли и всех сферах производства. Отношения на рынке развиваются весьма интенсивно, поэтому можно предположить, что в настоящее время невозможно достичь устойчивости и успеха, находясь в рамках устаревшей системы управления производственными процессами на предприятии. Это требует своевременных усовершенствований, а так же применять и разрабатывать более новые технологии, подходящих на определенном моменте своей деятельности любому предприятию. Новейшие разработки в 21 веке обеспечивают не только усовершенствование технологии на производстве, но и заметно облегчают её деятельность. Так, для повышения производительности и большего выпуска новых изделий, организации переводятся на автоматизацию технологических процессов.

Под автоматизацией подразумевают процесс усовершенствования машинного производства, где функции, которые ранее применял человек, передаются автоматическим устройствам и приборам. Но, тем не менее, ни одна машина не заменит квалифицированного специалиста, принятие и управление ответственного решения остается за человеком.

Автоматизация технологических процессов создается с помощью автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП), которая представляет процесс объединения технических и программных средств, применяемый для автоматизации управления оборудованием в организациях и предприятиях. Под АСУТП понимают комплекс решений, обеспечивающий автоматизацию основной технологической операции ТП на производстве.

Составными частями системы являются:

- отдельные системы автоматического управления (САУ);

- автоматизированное оборудование, которое связано в общий комплекс.

АСУТП имеет общую систему управления операторами технологических процессов, в виде одного или нескольких модулей управления, опции обработки и архивирования данных о ходе процесса, типовые аспекты автоматики: контроллеры, датчики, исполнительные устройства. Для поддержания информационной связи каждой из подсистем используют промышленные сети.

Внедрение автоматизации очень затратный и трудоемкий процесс, для которого потребуется длительное время, поэтому организации, которые не обладают достаточным финансовым положением, частично могут автоматизировать свое предприятие. Несмотря на большую стоимость, промышленная автоматизация которую смогли эффективно внедрить в производство, гарантирует:

- увеличение эффективности труда на предприятии;
- высокий рост улучшения качества выпускаемой продукции;
- повышение уровня безопасности.

Недостатком автоматизации является «техническая безработица». Поэтому сегодня наблюдаются негативные взгляды на внедрение автоматизации.

Актуальность выбранной темы выпускной квалификационной работы обусловлена недостатком квалифицированных специалистов на производственных предприятиях. В частности, на каком-либо предприятии могут работать опытные специалисты, и молодые менее сотрудники имеющие слабые представления о современных стандартах производства.

Цель выпускной квалификационной работы: анализ системы автоматизированного проектирования в САПР «Вертикаль», создание типового технологического процесса и его внедрение на предприятие ООО «СанТехСнаб»

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие задачи:

1. Освоить систему автоматизированного проектирования технологических процессов «Вертикаль».
2. Рассмотреть способы и методы проектирования технологического процесса механической обработки в указанной системе.
3. Сформировать технологическую документацию в системе «Вертикаль».
4. Изучить и использовать возможности различного рода приложений системы, применяемых для расчетов режима резания, количества материала, норм времени и других показателей, необходимых в процессе разработки ТП.

Объектом исследования выступает предприятие ООО «СанТехСнаб»

Выпускная квалификационная работа состоит из трех частей: введение, 2 главы, заключение.

В первой главе раскрывается сущность САПР и дается его понятие; рассматриваются системы автоматизации в производстве; способы проектирования технологических процессов; рассмотрены аналоги САПР ТП «Вертикаль».

Во второй главе проведен анализ предприятия ООО «СанТехСнаб»; рассмотрен процесс проектирования технологического процесса; представлен метод интеграции с основными приложениями.

В приложении приведены: чертеж детали «Вал», 3D-модель детали, комплекты отчетных карт.

Теоретическая часть работы состоит из законодательных материалов, учебной литературы, научных работ и материалов периодической печати.

# **1. Теоретические основы системы автоматизированного проектирования.**

## **1.1 Основные понятия САПР**

Система автоматизированного проектирования — автоматизированная система, осуществляющая информационную разработку реализации функций проектирования, представляет организационно-техническую систему, назначение которой - автоматизация операции проектирования, складывающееся из персонала и ряда технических, программных и иных средств автоматизации. Еще для обозначения аналогичных систем обширно применяется аббревиатура САПР.

Первые системы автоматизированного проектирования формировались впоследствии завершения Второй мировой войны. Научно-исследовательскими предприятиями ВПК USA для использования в аппаратно-программном реестре управления силами и способами континентальной противовоздушной защиты. Начальная система была создана в 1947г. Первая русская САПР разработана в 1980-х гг. группой Челябинского политехнического ВУЗа, под управлением доктора Кошина А.А.[1;22;40].

Рассмотрим терминологию:

- Система автоматизированного проектирования. Самое известное обозначение в современной литературе и Госстандарте, Аббревиатура распознается как САПР.
- Система автоматизации проектных работ. Такое обозначение более соответствует аббревиатуре, но используется довольно редко.
- Система автоматического проектирования. Понятие «автоматический» подразумевает самостоятельную работу системы без участия пользователя. В САПР часть функций исполняет пользователь, а автоматическими считаются только некоторые проектные функции и процедуры. Значение понятия

«автоматизированный», по сравнению с понятием «автоматический», указывает на участие пользователя в ходе выполнения работ.

- Программное средство для автоматизации проектирования. Очень редко используется как аббревиатура. На данный момент понимают САПР как прикладное программное обеспечение для реализации проектной функции. Однако в литературе и Госстандарте САПР раскрывается как более ёмкое понятие, содержащее не только программные средства.

Для перевода САПР на англоязычные источники используется обозначение CAD (англ. computer-aided design), обозначающая применение компьютерных функций в проектировании. Однако в ГОСТ 15971-90 это понятие переводится как принятый английский термин «автоматизированное проектирование». Термин САПР на англоязычных источниках расшифровывается как CAD system, automated design system, CAE system[23;24].

В ряде иностранных источников уточняется определённая соподчиненность аббревиатур CAD, CAE, CAM. Аббревиатура CAE ориентируется как более обобщенное понятие, включающее каждое применение компьютерных технологий в инженерной работе, охватывая CAD и CAM.

Для обозначений всего диапазона всевозможных технологий автоматизации с поддержкой ПК и средств САПР, применяется термин Сах (англ. computer-aided technologies).

Цель создания САПР. В рамках жизненного пути промышленных изделий САПР, выполняет задачи автоматизации процессов на стадии проектирования и подготовки изготовления. Главная цель разработки САПР — повышение производительности труда инженеров, включает:

- уменьшение трудоёмкости проектирования и планирования;
- уменьшение времени проектирования;
- уменьшение себестоимости проектирования и разработки, сокращение расходов на эксплуатацию;

- увеличение качества и экономического уровня результатов проектирования;

- сокращения затрат на моделирование и проверку качества изделия.

Результат этих целей обеспечивается путём:

- автоматизации проведения документации;
- информационной помощи и автоматизации функции принятия решений;

- повторного использования данных и наработок; проектных решений;
- стратегического проектирования;
- повышения качества руководством проектированием[29;38].

Структура САПР приведена на рисунке 1. Согласно ГОСТ, в устройстве САПР обозначают следующие элементы:

- КСАП САПР — объединение средств автоматизации проектирования САПР;

- подсистемы САПР, как часть организма САПР, появляются при использовании инженерами КСАП подсистем САПР;

- КСАП-подсистемы САПР — собрание ПМК, ПТК и некоторых частей обеспечения САПР, не состоящих в комплексе программ, объединённых общей функций для подсистемы;

- ПТК — программно-технические комплексы;
- части обеспечения ПТК САПР;
- ПМК — программно-методические комплексы;
- части обеспечения ПМК САПР;
- части обеспечения САПР, не вошедшие в ПМК и ПТК;

Совокупность КСАП различных подсистем формируют КСАП всей САПР в целом[2;7;15;37].



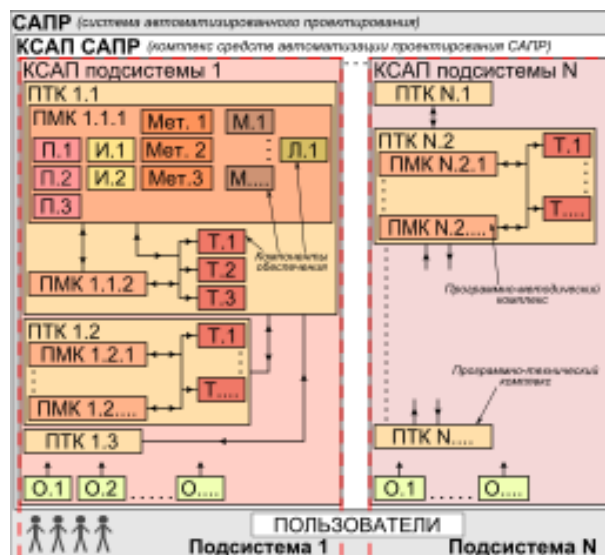


Рис.1. Совокупность САПР

### 1.1.1 Подсистемы САПР

По ГОСТ 23501.101-87, структурированными элементами САПР считаются подсистемы, обладающие всеми функциями систем и реализуемые как самостоятельные системы. Любая подсистема — это выделенные по каким-либо элементам пункт САПР, обеспечивающий выполнение различных функционально-выполненных чередующихся проектных задач, с приобретением надлежащих проектных заключений и проектных документов. По назначению подсистемы САПР делят на две формы: проектирующую и обслуживающую[34].

- Обслуживающие подсистемы — объектно-независимые подсистемы, выполняющие функции, свойственные для подсистем или САПР в целом: осуществляют работу проектируемых подсистем, оформление, передачу и вывод данных, сопровождение программного обеспечения и т. п., их совокупность считается системной средой (или оболочкой) САПР.

- Проектирующие подсистемы — объектно-ориентированные подсистемы, выполняющие заданный курс проектирования или группу объединенных проектных задач. В зависимости от условий представления к элементу проектирования, подразделяются на:

- Объектные — осуществляющие проектные операции, напрямую связанные с конкретным типом элементов проектирования.

➤ Инвариантные — осуществляющие унифицированные проектные операции, имеющие смысл для всех типов элементов проектирования.

Примерами проектирующих подсистем могут являться подсистемы геометрического трехмерного моделирования механических объектов, схемотехнического анализа, трассировки соединений в печатных платах.

Естественными обслуживающими подсистемами являются:

- подсистемы управления проектными данными;
- обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР;
- подсистемы графического ввода-вывода;
- система управления базами данных (СУБД)[4;13;20;41].

#### 1.1.2 Компоненты и обеспечение

Любая подсистема, в свою очередь, произведена из компонента, обеспечивающего функционирование подсистемы. Элемент выполняет конкретную функцию в подсистеме и дает собой минимальный (неделимый) автономно разрабатываемый или же покупной компонент САПР (программа, файл модели транзистора, графический экран, руководство и т. п.)[32].

Техническое обеспечение (ТО) — объединение связанных и взаимодействующих технических средств (ЭВМ, периферийные средства, сетевое оснащение, части связи, измерительные средства).

Математическое обеспечение (МО), объединяющее математические способы, модели и методы, применяемые для заключения задач автоматического проектирования. По предназначению и методикам реализации разделяют на две части:

1. Математические способы и построение на них математических моделей.
2. Формализованное представление технологии автоматизированного проектирования[28;42].

Программное обеспечение (ПО). разделяется на общесистемное и прикладное. Прикладное ПО осуществляет математический контроль для

точного выполнения проектных опций. Содержит наборы прикладных программ, специализированных для работы определенных ступеней проектирования или выполнения групп одинаковых задач внутри разных этапов (модуль проектирования газопровода, набор схематического моделирования, геометрический справочник САПР)[35].

Общесистемное ПО служит для руководства элементами технического контроля и контроля функционирования прикладных опций. Примером элемента общесистемного ПО является операционная система.

Информационное обеспечение (ИО) — набор сведений, нужных для осуществления проектирования. Состоит из пояснения однотипных проектных функций, схожих проектных заключений, сборочных изделий и их моделей, законов и норм проектирования. Главная часть ИО САПР — базы данных.

Лингвистическое обеспечение (ЛО) — набор правил, осуществляемых в САПР для показа информации о создаваемых объектах, ходе и элементах проектирования, а также для реализации диалога «пользователь — ЭВМ» и обмена информацией среди технических средств САПР. Содержит решения формализации языка проектирования, способы сжатия и развертывания. В ЛО подчеркивают класс разного типа языков проектирования и моделирования (VHDL, VERILOG, UML, GPSS).

Методическое обеспечение (МетО) — определение технологии работы САПР, способов выбора и использования инженерами технологических операций для приобретения конечных выводов. Содержит в себе набор процессов, возникающих в проектируемых элементах, способы анализа, синтеза систем и их основных компонентов, разные способы проектирования. Иногда к МетО относят также МО и ЛО.

Организационное обеспечение (ОО) — набор документов, обозначающих содержание проектной организации, связи между элементами, организационную схему объекта и управления автоматизации, формулу показа конечных результатов проектирования. В ОО содержатся штатные

списки, должностные инструкции, законы эксплуатации, приказы, положения и т. п. В САПР как проектируемой системе принимают также эргономическое и правовое обеспечения.

Эргономическое обеспечение включает взаимосвязанные правила, направленные на объединение психологических, психофизиологических, антропометрических свойств и возможностей пользователей с техническими свойствами средств автоматизации и опциями управляемой среды на месте работы.

Правовое обеспечение содержит нормы права, регламентирующие отношения к праву при полном обеспечении САПР, и юридических результатов её функционирования[3;17].

Одна из возможных классификаций САПР приведена на рисунке 2. ГОСТ 23501.108-85 устанавливает следующие признаки классификации САПР:

- тип/разновидность и сложность объекта проектирования;
- уровень и комплексность автоматизации проектирования;
- характер и количество выпускаемых документов;
- количество уровней в структуре технического обеспечения.

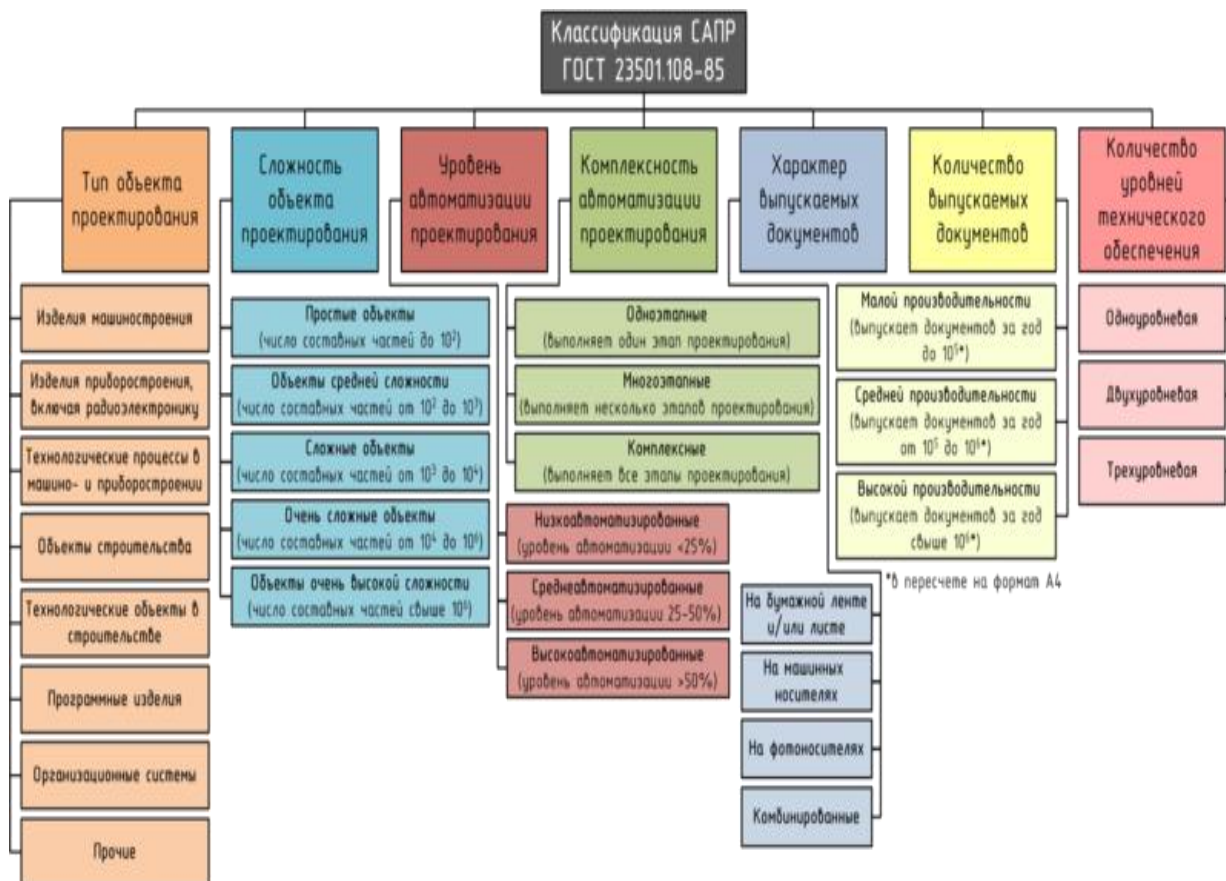


Рис.2. Классификация САПР

### 1.1.3 Классификация САПР с использованием английских терминов

В области систематизации САПР применяется ряд общепринятых определений, используемых для систематизации программных средств и приложений автоматизации САПР по предназначению целевому и отраслевому.

По отраслевому предназначению:

- MCAD (англ. mechanical computer-aided design) — автоматическое проектирование механических приборов. Это машиностроительные САПР, используются в автомобилестроении, кораблестроении, авиакосмической индустрии, производстве продуктов народного потребления, включают в себя разработку изделий и сборок (механизмов) с внедрением параметрического проектирования на базе конструктивных составляющих, технологий поверхностного моделирования и объемного (SolidWorks, Autodesk Inventor, КОМПАС, CATIA)[21].

- EDA (англ. electronic design automation) или же ECAD (англ. electronic computer-aided design) — САПР печатных плат, электронных ресурсов, интегральных схем, радиоэлектронных устройств и т. п. (Altium Designer, OrCAD).

- AEC CAD (англ. architecture, engineering and construction computer-aided design) или же CAAD (англ. computer-aided architectural design) — САПР в области строительства и архитектуры. Применяются для проектирования домов, дорог, мостов, промышленных объектов и проч. (Autodesk Architectural Desktop, AutoCAD Revit Architecture Suite, Bentley MicroStation, Bentley AECOsим Building Designer, Piranesi, ArchiCAD)[16;44].

По целевому назначению САПР или же подсистемы САПР различают, как обеспечивающие всевозможные различия при проектировании.

- CAD (англ. computer-aided design/drafting) — способы автоматического проектирования, в контексте обозначенной систематизации термин означает способы САПР, предназначенные для автоматизации трехмерного и/или двумерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации, и САПР совместного предназначения.

- CADD (англ. computer-aided design and drafting) — проектирование и создание чертежей.

- CAGD (англ. computer-aided geometric design) — геометрическое моделирование.

- CAE (англ. computer-aided engineering) — способы автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции производственных процессов, осуществляют динамическое моделирование, испытания и оптимизацию изделий.

- CAA (англ. computer-aided analysis) — подкласс средств CAE, применяемых для компьютерного анализа.

- CAM (англ. computer-aided manufacturing) — способы технологической подготовки изготовления изделий, обеспечивают автоматизацию программирования и управления оснащения с ЧПУ или же ГАПС (Гибких

автоматических производственных систем). Русским аналогом термина считается АСТПП — автоматическая система технологической подготовки производства.

- CAPP (англ. computer-aided process planning) — способы автоматизации планирования технологических процессов, используемые на стыке систем CAD и CAM.

Почти все системы автоматического проектирования совмещают в себе заключение задач, имеющих отношение к разным аспектам проектирования CAD/CAM, CAD/CAE, CAD/CAE/CAM. Эти системы именуют всеохватывающими, или же интегрированными[21;26].

С поддержкой CAD-средств формируется геометрическая модель изделия, которая применяется в качестве входных данных в системах CAM и на базе которой в системах CAE складывается требуемая для инженерного анализа модель исследуемого процесса.

CAM-системы предназначены для программирования обработки деталей на машинах с ЧПУ, а так же обслуживания приложений для этих машин (пробивных, токарных, фрезерных, эрозионных, шлифовальных, сверлильных и др.). CAM-системы подразумевают как системы подготовки производства с технологической стороны. В наше время считаются, практически, единственным вариантом для изготовления сложнопрофильных изделий и деталей, а так же значительно сокращают время на их производство. В CAM-системах применяется трехмерная модель изделия, выполненная в CAD-системе.

Зарубежные лидеры CAM-систем: PowerMill, MasterCAM, EdgeCAM, Adem, ComCNC, CIMCO. Российскими титанами в технологической области автоматизации машиностроения считаются АСКОН (Вертикаль) и Топ Системы (T-Flex Технология, ТехноПро)[18;19;14].

## 1.2 Анализ САПР ТП Вертикаль

ВЕРТИКАЛЬ - программа автоматизированного проектирования процессов в машиностроении и технологической отрасли, позволяющая решать задачи по автоматизации процесса технической подготовки производства.

САПР ТП Вертикаль дает возможность:

- проектировать ТП в различных автоматических режимах;
- рассчитывать материалы и рабочие расходы при изготовлении деталей;
- формировать все требующиеся комплексы технологической документации, применяемые в предприятии;
- вести синхронное планирование непростых техпроцессов командой технологов в режиме реального времени;
- формировать заявки на планирование специализированных средств технологического оборудования и формировать управляющие компоненты;
- поддерживать значимость научно-технических данных с помощью действий управления преобразованиями[27;43].

ВЕРТИКАЛЬ формирует:

- все процессы бизнес планирования;
- инженерного и электронного документооборота;
- осуществляет контроль за технологическими неисправностями;
- дает возможность редактирования управляющих программ, специальных средств и технологического оснащения.

В системе используется качественный новый метод организации данных о ТП, основанном на объектной модели отображения и обработки информации. Программу может легко использовать пользователь и с низкими уровнем «компьютерной» подготовки. САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ позволяет упростить работу технолога сделать её быстрой, качественной и удобной; возрастает стабильность и скорость разработки технологических задач. В таблице 1 приведены функциональные возможности САПР ТП Вертикаль, для разных специалистов[10;11;12].



## Назначение САПР ТП Вертикаль

№	Для инженеров технологов	Для главных технологов	Для IT-директоров
1	Технологическая и конструкторская информация - в окне программы	Функция хранения ТП в любой PDM-системе а так же локально	Новый элемент единого информационного сервиса компании
2	Использование библиотек повторяемых технических решений	Функция применения любых имеющихся на предприятии технологических БД	Двухсторонняя интеграция с КОМПАС-3D, ЛОЦМАН: PLM
3	Автоматизированное проектирование ТП с применением библиотек (КТЭ)	Многофункциональные механизмы мгновенного доступа к требуемой информации, утверждение и проверка ТП за короткое время	Функция интеграции справочника систем ВЕРТИКАЛЬ с каждой PDM-, ERP-, CAD-, CAM-системой
4	Точный поиск требуемой информации, автоматический выбор данных при проектировании технологического процесса	Функция накопления и использования технологического опыта при работе в программе	Объектные модели данных
5	Навигация по данным технологии с применением чертежа или 3D-модели. Тесная связь технологических и конструкторских данных	Разные варианты защиты данных. Перераспределение прав доступа	Функционирование программы с СУБД FireBird, Microsoft SQL Server, Oracle
6	Автоматизированный расчет материальных и временных затрат	Элементы расчета материальных и временных затрат	Гибкость системы, усовершенствованные средства администрирования

### 1.2.1 Система расчета режимов резания

Функция расчета режимов резания осуществляется в среде САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ. Она служит для расчетов режима обработки, основного (машинного) времени и вспомогательного, на основные переходы.

Рекомендованные уровни режимов резания дают возможность выбрать глубину резания, подачу, скорость резания в зависимости от качества, точности обрабатываемой поверхности, установленного рабочего ресурса и требуемой производительности. Нормативы режимов резания и дефицита режущего инструмента в совокупности с математическими алгоритмами и моделями сводят к минимуму требуемые расчеты, чем значительно облегчают труд технолога.

Расчет выполняется для следующих видов обработки:

- фрезерная;
- токарная;
- обработка осевым инструментом отверстий;
- нарезание резьбы;
- обработка зубчатых поверхностей;
- шлифовка;
- рубка и резка на ленточно-отрезных и ножовочных станках.

В зависимости от типа обработки может быть изменен набор рассчитываемых опций: число оборотов шпинделя и подача, выведенные по паспорту станка, сила резания, скорость резания, энергозатраты и мощность резания.

При расчетах учитывается геометрия и тип обрабатываемой конструктивной детали, тип системы «Станок-приспособление-инструмент-деталь», физико-механические функции материала и свойства поверхности слоев заготовки, параметры режущего инструмента и паспортные данные станка. В программе обеспечена функция расчетов режима резания для

варианта многоинструментальной механической обработки, а так же в автоматных токарных операциях[32].

Особенностью программы расчета режима резания является ее настраиваемость и гибкость. Спец модуль администрирования дает возможность незамедлительно скорректировать имеющиеся методики расчетов или создавать свои, которые будут отвечать поставленным задачам предприятия.

Создание нового ТП. В окне дерева КТЭ происходит создание всех операций ТП с последующим их описанием. В каждую операцию разрешается добавлять:

- основной переход;
- основной переход с оснасткой;
- вспомогательный переход;
- исполнителя;
- оборудование;
- слесарный инструмент;
- измерительный инструмент;
- средства защиты;
- режущий инструмент;
- приспособление;
- смазывающие охлаждающие жидкости.

Создание перечисленных переходов выполняется при помощи выбора необходимого инструмента, приспособления и т.п. из универсального технологического справочника (УТС). После конечного составления ТП на изделие возможно скорректировать операционные карты с их последующим импортом в форматы PDF или XLS. Данная программа позволяет решить множество задач автоматизации ТП. Наличие УТС сильно упрощает выбор инструмента, так же имеется возможность его редактирования.

Общим минусом системы «Вертикаль» приходится цена, что скажется на её продвижение на предприятия. Данные системы выполняют установленные функции. Компьютерное моделирование различных этапов ТП преподносит новые возможности его оптимизирования. Использование в компаниях современных информационных технологий значительно сокращает стоимость проектирования и время выпуска изделия. [31;36;39]

### 1.2.2 Универсальные справочники

Универсальный технологический справочник (УТС) специализирован для работы технологов с нормативно-справочной информацией (НСИ) фирмы. Запрос к справочным сведениям может проводиться как вручную (через основное приложение «Пуск» Windows — Программы/АСКОН/Универсальный справочник 3.0) так и автоматом из внешних приложений. Доступ к сведениям УТС из внешнего приложения ориентируется параметрами интеграции УТС с данным приложением. Основной перечень возможностей справочника реализован на объектной модели данных и поддерживает следующие пользовательские операции:

- выбор сведений из справочника;
- копирование сведений во внешние приложения;
- копирование сведений из одного справочника в иной внутри информационного блока УТС;
- сортировка сведений;
- многофункциональный поиск сведений по указанным значениям атрибутов;
- фильтрация сведений по одному или нескольким выбранным признакам (ассоциативным связям);
- просмотр графических данных с возможностью поиска сведений по изображению;
- наполнение и обработка информационных массивов;

- установка и изменение документов;
- удаление сведений;
- распределение прав доступа к справочной информации;
- импорт сведений из Microsoft Excel, XML;
- экспорт сведений в Microsoft Excel, XML.

Кроме самого модуля УТС (TechReference.exe) присутствуют следующие приложения:

- модуль администрирования (ConfigClasses.exe);
- настройка параметров (ConfigUR.exe);
- модуль управления учетными записями пользователей (VUserMan.exe);
- модули экспорта и импорта данных (ExportToXML.exe и ImportFromXML.exe).

Составление и настройка справочных БД ведется администратором УТС в приложении «Модуль администрирования». При общей работе Универсального технологического справочника с системой ВЕРТИКАЛЬ специалист часто обращается к УТС для наполнения дерева технологического процесса (ТП). Справочник автоматически раскрывается и загружает требуемую БД при разработке или изменении каждого объекта дерева ТП. Данные, подобранные специалистом из базы данных справочника, переносятся в технологический процесс САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.

Интерфейс универсального технологического справочника приведен на рисунке 3

Главное меню УТС содержит следующие компоненты:

- заголовок окна;
- инструментальную панель;
- историю выбора;
- панель вызова справочников;
- дерево справочника;
- вкладки справочника;

- пользовательские вкладки;
- информационную панель;
- графическое поле (если к текущему объекту прикреплено графическое изображение)[5;9;25].

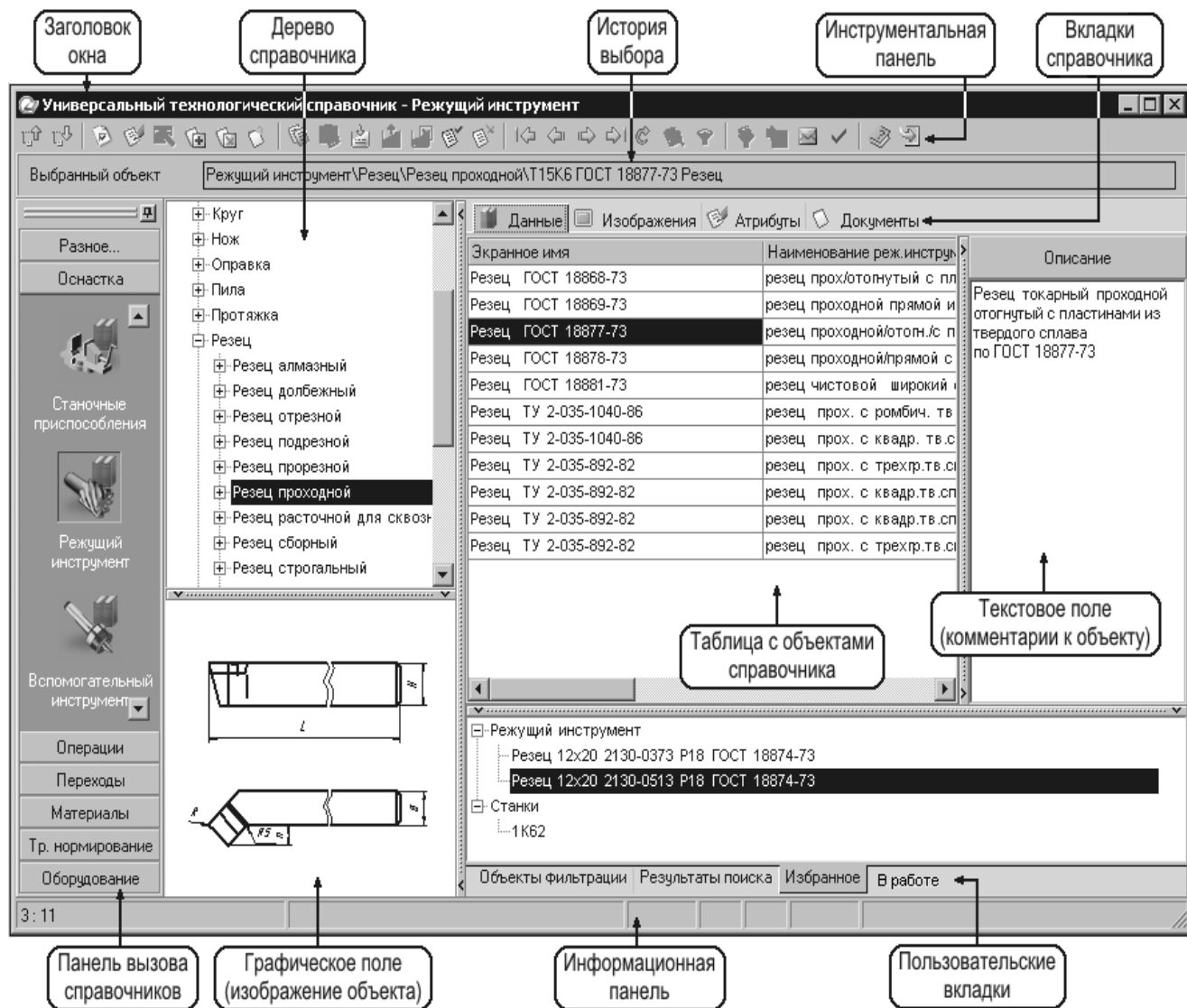


Рис.3. Интерфейс универсального технологического справочника

Любая кнопка инструментальной панели содержит текстовую подсказку, которая всплывает при наведении на нее курсором мыши. В строке «выборного объекта» отражается полный список объектов дерева, избранных технологом в текущем сеансе разработки. Объекты различных этапов дерева делятся наклонной чертой. В левой части окна располагается меню вызова справочников. Любой справочник вызывается нажатием соответственной

кнопки панели. Для удобства технологов справочники соединены в группы («Оснастка», «Операции», «Переходы» и др.). Чтобы активировать подходящую группу, необходимо щелкнуть мышью на кнопке с её названием. Администратор УТС имеет возможность редактировать численность групп, их название и содержимое[6].

### 1.3 Аналоги САПР ТП «Вертикаль»

#### 1.3.1 Система T-FLEX Технология

T-FLEX Технология считается всецело интегрированным приложением в PDM-системе T-FLEX DOCs, интерфейс программы приведен на рисунке 4. Данная организационная архитектура позволяет:

- применять в технологическом модуле элемент, требуемый технологами, функциональности PDM;
- создавать общее информационно-справочное место для технологов и конструкторов.

Из чего следует вывод: система готовит не только отдельную технологическую документацию, но и обрабатывает данные о выпускаемой продукции, материальных и трудовых нормативах, которые важны для производственных, плановых и диспетчерских служб компании. T-FLEX Технология дает возможность осуществлять технологическую подготовку изготовления деталей при соблюдении взаимосвязей огромного количества точностных, размерных и физико-механических характеристик сборочных единиц и деталей. Поставляемая широкая база материалов, технологического оборудования и нормативно-справочной документации по многим ГОСТам и ОСТам, а так же очень простой и понятный интерфейс, дает возможность незамедлительно подключить систему в производственно-технологический процесс компании[33].

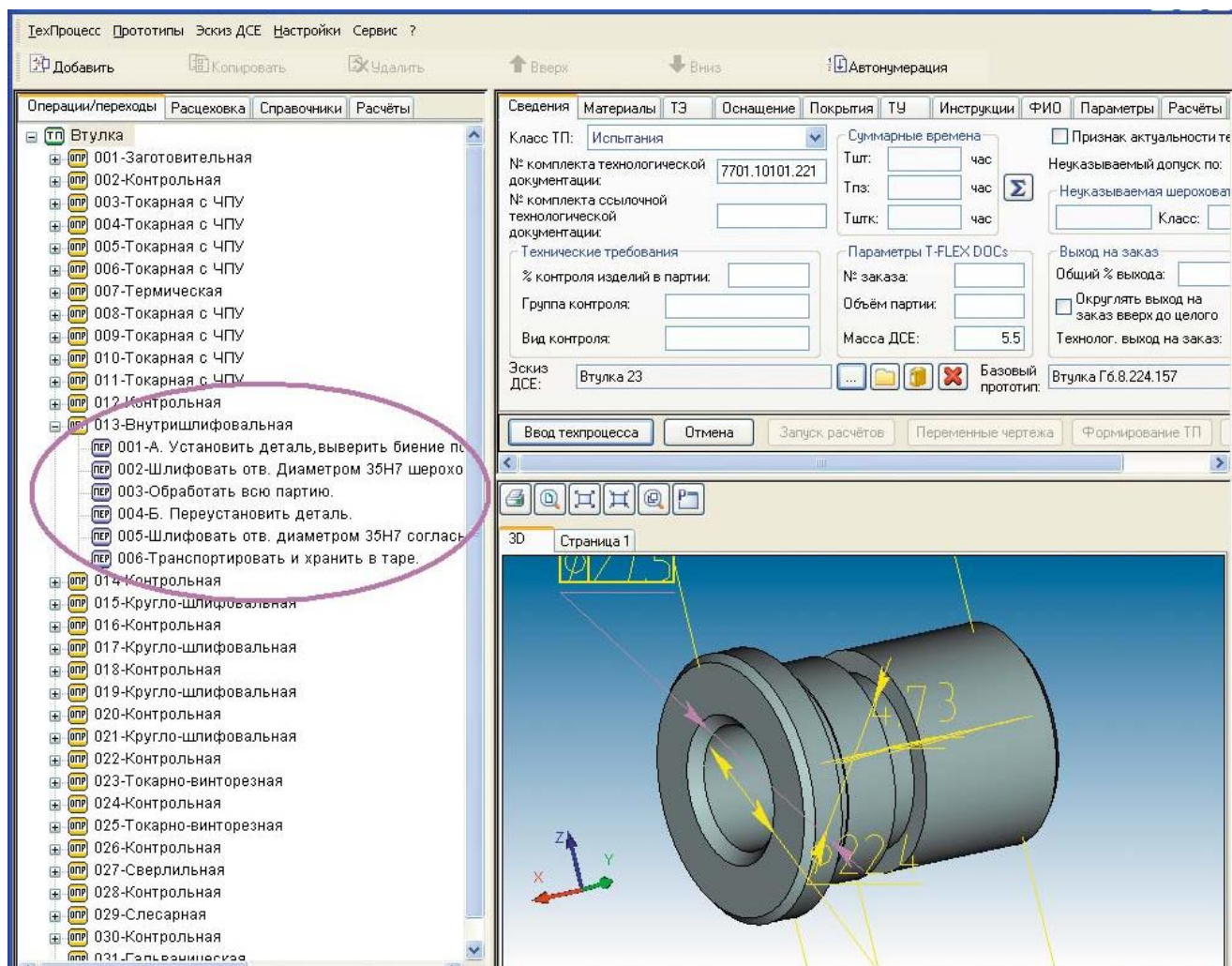


Рис.4. Интерфейс T-FLEX Технология

Использование T-FLEX Технология, в частности в группе комплекса T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM, дает возможность значительно изменить традиционный вид производственной деятельности и позволяет:

- уменьшать сроки технологической подготовки производства.
- сокращать возможные ошибки в ходе производственной деятельности.
- Внедрять отдельные операции производственной деятельности в рамках жизненного цикла изделия.
- Наполнять и применять базы данных повторно, которые использовались при производстве и проектировании наукоемкой продукции.
- Постоянно совершенствовать технологически-информационную базу данных предприятия для осуществления контроля качества, принятия



решений высшим руководством, производства продукции, которые основаны на фактах.

- Разрабатывать стратегическое планирование возможных потребностей предприятия.
- Увеличивать интенсивность интеллектуальной деятельности в организации.

Способности системы дают возможность аккумулировать в ее базах данных новые способы проектирования и передавать их по предприятию. Участие разработчиков в предлагаемой операции не обязательно. Любые данные в БД могут быть изменены, удалены или добавлены при соответствующем праве доступа технолога к указанной БД. При разработке операций и переходов возможно применить разнообразные, ранее подготовленные виды интерфейса ввода данных, к примеру, для механической сборки и обработки. К любому типу технологического оборудования в информационно-технологической БД возможно добавлять аспекты классификации, иллюстрации и параметры.

В T-FLEX Технология имеется возможность ее дальнейшего изучения технологами на примерах технологии конкретной области производства. Изучение системы осуществляется с применением технологических понятий, принятых на предприятии, совершенствовании логики разработки технологических процессов, без вмешательства разработчиков, которая дает возможность проанализировать любое действие технолога, связанное с общей информационно-технологической базой знаний и в соответствии с ней назначить или рассчитать критерии для дальнейших действий. К примеру, по используемому наименованию процесса и оборудования, система предложит нужные инструменты и приспособления. По выбранному технологом тексту перехода, а так же инструменту, будут предоставлены возможные вспомогательные материалы и инструменты. По требуемому материалу рассчитает его расход для необходимого технологического процесса. Дает возможность осуществлять расчеты по сборочным узлам, по отдельным

переходам и операциям, технологическому процессу. Интеграция с T-FLEX CAD позволяет T-FLEX Технологии при создании технологического процесса применять данные напрямую с объемных 3D моделей и чертежей T-FLEX CAD.

Система дает возможность проектировать технологические процессы по всем технологическим стандартам, всех видов производств, так же формировать требуемые комплексы технологической документации, выполнять расчеты режимов обработки, норм времени, потребностей в материалах. Это осуществляется в разных режимах взаимодействия с технологом: полуавтоматическим, автоматическим, диалоговым. При создании сборочных переделов, система, дает технологу возможность, применять структуру детали, спроектированную в PDM-системе T-FLEX DOCs.

После того как система установлена на предприятии, диалог обеспечивается формированием технологических процессов посредством выбора курсором мыши требуемых операций, оснастки и переходов. Созданные таким образом ТП послужат основой для перехода, в последующем, к полуавтоматическому проектированию. Применяя, диалоговые функции T-FLEX Технологии, возможно изменять или добавлять операции, переходы, их уровни и технологическое оснащение. Выбор технологической оснастки выполняется из общей информационной среды. В неё включены справочники всех составных технологических процессов: сведения об оборудовании, наименования операций, вспомогательных материалах, приспособлениях, измерительных, режущих и вспомогательных инструментах, комплектующих для сборочных технологических процессов, заготовках а так же тексты переходов.

Ни одна компьютерная система не сможет полностью заменить квалифицированного инженера-технолога. Поэтому T-FLEX Технология разработана как средство, не заменяющая технолога, но существенно упрощающее и ускоряющее ведения технологических расчетов и

проектирование технологии, наполнение текстов и переходов, выбор требуемой оснастки и инструментов, выполнение операционных эскизов и технологической документации[8;30].

### 1.3.2 Система ТехноПро

«ТехноПро» комплектует маршрутные технологические карты, операционные карты, маршрутно-операционные и карты контроля, материалов и комплектующих, титульные листы, ведомости оснастки и другие технологические документы. В разных организациях виды применяемых технологических карт различаются от принятых ГОСТом. Так «ТехноПро» при помощи шаблонов Microsoft Word осуществляет разработку технических документов произвольного вида. Система может применяться как автономно (с вводом данных с бумажных чертежей), так и в виде интегрированных модулей проектирования и производства.

В основе «ТехноПро» лежат результаты более двадцати лет исследований в отрасли автоматизации проектирования[42]. Наряду с оригиналом метода проектирования по «общепринятым технологическим процессам» в «ТехноПро» разработаны и традиционные методы: по типовому технологическому процессу, групповому технологическому процессу, технологическому процессу-аналогу.

Основной задачей технолога — является выбрать способ проектирования, наиболее выгодный в конкретном случае, а также варианты его использования — полуавтоматический, автоматический или их сочетание, а так же диалоговый. К примеру, сборные ТП можно разрабатывать в диалоге, изготовление корпусных элементов — в полуавтоматическом варианте, а ТП изготовления тел вращения — в автоматическом режиме.

В «ТехноПро» включены такие возможности, как самообучение системы, обучение пользователей на конкретных примерах технологии производства. Самообучение системы выполняется посредством

технологических обоснований, без участия разработчиков. Основой самообучения системы приходится технологический процесс разработки конкретных элементов и деталей, технология разработки которых уже освоена на производстве. По мере заполнения баз данных, у системы появляется возможность разработки технологии изготовления совсем новых элементов, деталей и изделий.

«ТехноПро» дает возможность наполнять базу ЭВМ знаниями каждого инженера-технолога, что очень важно в наши дни, когда опыт разработки технологии, накопившийся за долгие годы, теряется с уходом опытных инженеров-технологов. Система предоставляет возможность объединять знания наиболее квалифицированных технологов предприятия, передавать и использовать его менее опытным специалистам. Так для наполнения системы, присутствие за машиной опытных специалистов преклонного возраста необязательно: этот процесс возможно выполнить посредством общения инженеров-технологов, непосредственно работающих за компьютерам, со специалистами, не освоившими новоиспеченную технику, но обладающими огромными опытом и знаниями.

В отличие от «ТехноПро», в иных системах разработки ТП качество требуемого технологического процесса в целом зависит от квалификации инженера-технолога, находящегося за компьютером и в режиме диалога, указывающего на решение из предлагаемого системой варианта. Это малоинтересный процесс и достаточно утомительный для опытного технолога, так как каждый день приходится повторять ранее выбранный вариант и переносить в техдокументацию, ранее производимых решений. Если в таких системах, за компьютером будет сидеть неопытный специалист, то спроектированная им технология может не заслужить одобрения у руководства.

«ТехноПро» позволяет опытному специалисту единожды внести оптимальные варианты решения проектирования ТП, выбора маршрута, инструмента, перехода, операции, комплектующего или другого

составляющего ТП и в будущем автоматически использовать получившиеся варианты. При этом система дает гарантии на то, что ТП будет скопирован, В точном соответствии опыта специалиста. Автоматическая разработка технологического процесса происходит в секунды, что исключает специалиста от ежедневного наполнения ТП и формирования карт. Менее опытные сотрудники могут применять в своей работе сохраненные технологические варианты решений и правила, освоив при этом только «проектную» часть системы и не тратить время на изучение модулей наполнения БД

Основные функции и возможности системы «ТехноПро»:

- Универсальность системы обусловлено разработкой операционной технологии, включающей любую операцию: заготовительную, механическую и термообработку, слесарную, технический контроль, сборку и др.
- Формирование всего комплекса технической документации.
- Создание ТП с указаниями наименований операции, оборудования, приспособления, вспомогательного материала.
- Автоматическое формирование текста переходов.
- Расчеты технических размеров с учетом припуска на обработку.
- Подборка режущего, вспомогательного и измерительного инструмента.
- Формирование маршрутных технологических карт, операционных карт, маршрутно-операционных и карт контроля, материалов и комплектующих, титульных листов, ведомости оснастки и других технологических документов.
- Применение оригинального и традиционного метода проектирования ТП.
- Возможность применения технологами собственных методов расчета и проектирования.
- Работа в автоматических, полуавтоматических и диалоговых режимах.
- Накопление опыта высоко квалифицированных сотрудников предприятия.

- Применение собранного опыта при разработке новых ТП.
- Обеспечение коллективного труда сотрудников с общей базой данных.
- Полная интеграция с иными программными продуктами.
- Автоматическое наполнение технических документов в произвольной форме.
- Автоматическая вставка в технические документы чертежа и эскиза, созданных в любом графическом модуле.
- Автоматический прием данных о конструкциях изделия из чертежа системы T-FLEX CAD.
- Автоматическая корректировка операционного эскиза, оформленного в T-FLEX CAD, со вставкой в технологическую карту. [21;34;35]

Познакомится с системой «ТехноПро», а ознакомится с ее возможностями в учебной версии возможно на предприятии Группы «Вектор» или на их сайте [42]. Убедившись в преимуществе системы, ее можно приобрести в опытную эксплуатацию. Интерфейс учебной версии системы «ТехноПро» приведен на рисунке 5.

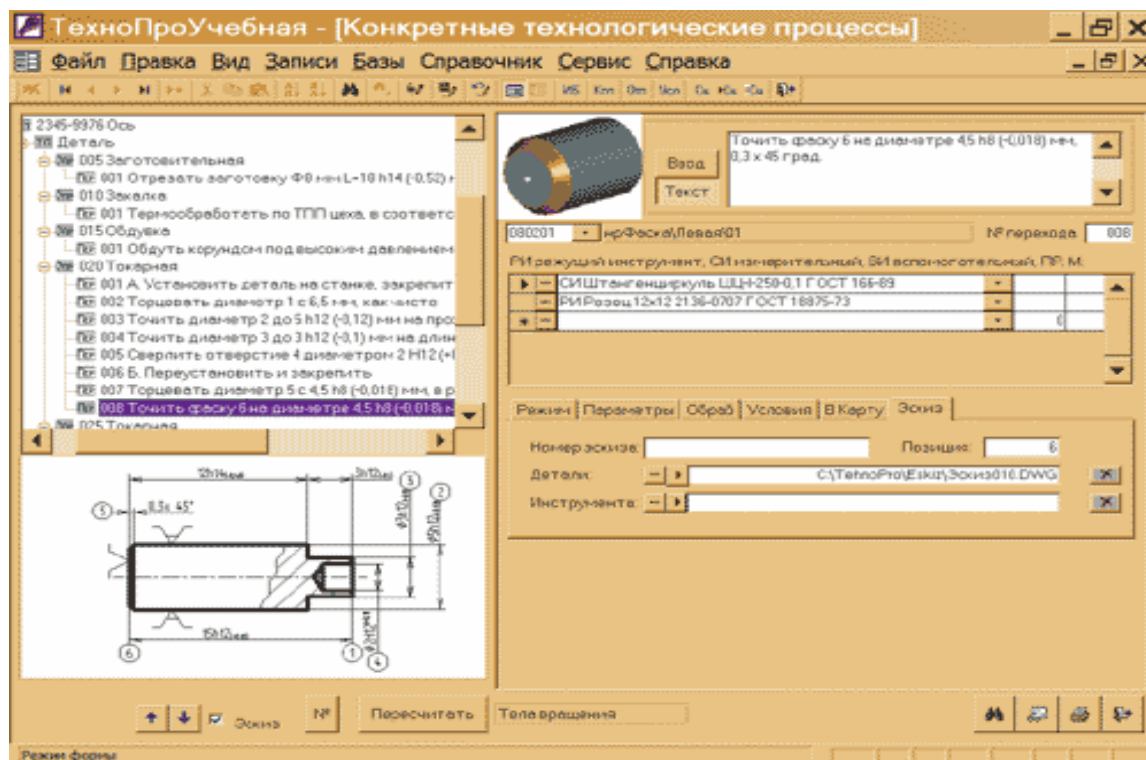


Рис.5. Интерфейс системы «ТехноПро»

## **2. Анализ САПР ТП «Вертикаль» на примере предприятия ООО «СанТехСнаб»**

### **2.1 Общие сведения о компании ООО «СанТехСнаб»**

Данное предприятие было создано в 2000 году Плетневым Николаем Валерьевичем, которое на то время имело статус ИП. В 2006 2 учредителя организовались в ООО «СанТехСнаб» как единственное в г. Иrbите С/О (в данном профиле) предприятие по ремонту запорной и трубопроводной арматуры, а так же насосов. Предприятие динамично развивалось, вскоре было куплено оборудование по переработке вторсырья. В 2008 году была куплена строительная техника, и компания стала заниматься ремонтом водопроводной и отопительной системы. Так же с 2008 года данное предприятие занимается ремонтно-строительной деятельностью.

Производственная структура предприятия:

- ИТР – руководство управления предприятием;
- конструкторское бюро;
- отдел материально-технического снабжения;
- производственный цех;
- отдел сбыта.

К 2016 году компании потребовались новые специалисты, способные составить технологический процесс по изготовлению деталей, которые компания хотела запустить в серийное и среднесерийное производство. Отдел кадров организовал набор на новую должность: инженера технических работ.

Должностные обязанности инженера технических работ:

Выполняет работу по сбору, обработке и накоплению исходных материалов, данных статистической отчетности и другой информации в процессе осуществления исследований и разработок, в соответствии с утвержденной методической программой и в пределах строго регламентированного задания. Участвует в разработке простых проектов,

несложных схем, составляет спецификации, диаграммы, таблицы, графики и другую техническую документацию, выполняет несложные технические расчеты. Составляет в соответствии с действующей нормативно-технической документацией описания проводимых исследований и разрабатываемых проектов. Выполняет работу по наладке, настройке, регулировке и опытной проверке оборудования (приборов, аппаратуры) в лабораторных условиях и на объектах, следит за его исправным состоянием. Принимает участие в изготовлении простых макетов, в испытаниях и экспериментальных работах по проводимым исследованиям и разработкам в соответствии с инструкциями и программами. Изучает, с целью использования в работе материалы научно-технической информации, типовые проекты, справочную и специальную литературу. Выполняет техническую работу по оформлению рукописей, плановой и отчетной документации, осуществляет графическое оформление материалов. Вносит необходимые изменения и исправления в соответствии с решениями, принятыми при рассмотрении и обсуждении выполненных работ. Сверяет и исправляет материалы после копирования и размножения. Принимает и регистрирует корреспонденцию, обеспечивает ее сохранность, ведет учет прохождения документов и контроль за сроками их исполнения, а также осуществляет техническое оформление документов, законченных делопроизводством.



Организационная схема предприятия приведена на рисунке 6



Рис.6. Организационная структура предприятия

В настоящее время предприятие планирует начать выпуск различных деталей и приспособлений преимущественно среднесерийного и серийного производства. Данное предприятие рассматривает различные электронные продукты, которые могут помочь в выборе типа производства, а так же более простой разработки технологического процесса, заполнения необходимой юридической и бухгалтерской документации. Одним из таких продуктов является САПР ТП «Вертикаль»

В САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ реализован новый подход к организации данных о техпроцессе. Прежде всего, система базируется на объектной модели технологии, состоящей из технологической и конструкторской частей.

Технологическая часть модели содержит сведения об операциях, переходах, оборудовании и оснастке. Конструкторская часть отображает состав и структуру обрабатываемых поверхностей детали. Связь технологической и конструкторской частей модели осуществляется с помощью объектов «переход», каждый из которых имеет двух «родителей»: Операция (от технологической части модели) и конструктивный элемент (от конструкторской части модели). Такая модель позволяет воедино связать технологическую и конструкторскую информацию и предоставить пользователю единую, многомерную точку зрения на технологический процесс, с позиций обработки поверхностей и с позиций конструкции детали. ВЕРТИКАЛЬ имеет все инструменты, необходимые для интеграции в единое информационное пространство предприятия. В процессе эксплуатации системы пользователю может потребоваться, частично или полностью, применение других систем, приложений и модулей, например, ЛОЦМАН:PLM, ВЕРТИКАЛЬ-Справочники, корпоративный справочник «Материалы и Сортаменты» и др. приведены на рисунке 7.



Рис.7. Взаимосвязь ВЕРТИКАЛЬ с основными приложениями

## 2.2 Выбор типа производства

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска, чем в единичном типе производства приведено в таблице 2. При серийном производстве используются универсальные станки, оснащенные как специальными, так и универсальными и универсально-сборными приспособлениями, что позволяет снизить трудоемкость и себестоимость изготовления изделия. В серийном производстве технологический процесс изготовления изделия преимущественно дифференцирован, т.е. расчленен на отдельные самостоятельные операции, выполняемые на определенных станках.

Таблица 2

Типы производства

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное	Мелко- серийное	Средне- серийное	Крупно- серийное	Массовое
<1,0	<10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	<10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	<10	10-500	50-35000	35000-75000	75000
5,0-10	<10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
>10	<10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

При серийном производстве обычно применяют универсальные, специализированные, агрегатные и другие металлорежущие станки. При выборе технологического оборудования инструмента необходимо производить расчеты затрат и сроков окупаемости, а так же ожидаемый экономический эффект от использования оборудования и технологического оснащения.

## 2.3 Установка САПР ТП Вертикаль

Дистрибутив САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ поставляется на DVD-диске в едином комплекте технологических систем, разработанных компанией АСКОН. В состав дистрибутива входит специальная инсталляционная программа InstallShield Wizard, управляющая процессом установки системы на рабочее место (ПК).

Условия установки программы «Вертикаль»:

1. Установка производится только от имени администратора и с включённой локальной сетью.
2. Windows Installer не ниже версии 4.5
3. Microsoft .NET Framework 3.5
4. До начала установки (рис. 8), должны быть удалены все ранее установленные продукты АСКОН предыдущих версий «Комплекса решений АСКОН 2011»

Установка:

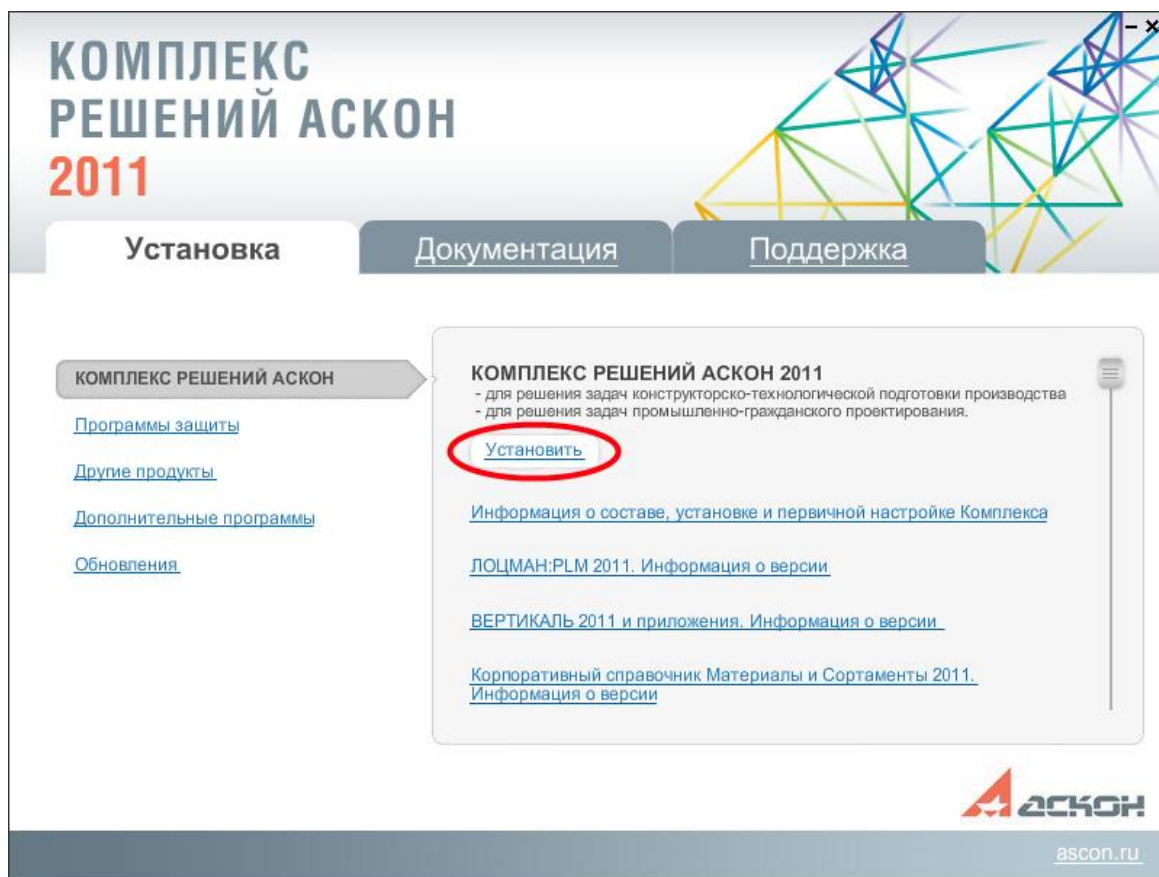


Рис.8. Интерфейс программы установки

### Установка:

1. Для начала процесса установки вставить DVD-диск в устройство для чтения дисков.

2. Запустить процесс установки «Комплекса решений АСКОН 2011» с дистрибутивного диска. Программой установки будет выполнена проверка(рис.9):

- соответствия установленных на компьютере операционной системы и пакетов обновления требованиям Комплекса;
- наличия установленного на компьютере системного компонента .NET Framework 3.5;
- наличия службы Windows Installer версии не ниже 4.5. В случае невыполнения хотя бы одного из вышеперечисленных требований на экран будет выведено соответствующее сообщение, после чего программа установки предложит установить необходимое программное обеспечение. При выполнении предъявляемых требований появится главное окно программы установки и начнется сканирование системы.



Рис.9. Проверка системы на совместимость

3. После удачного сканирования: нажать кнопку «Далее>»(рис.10).

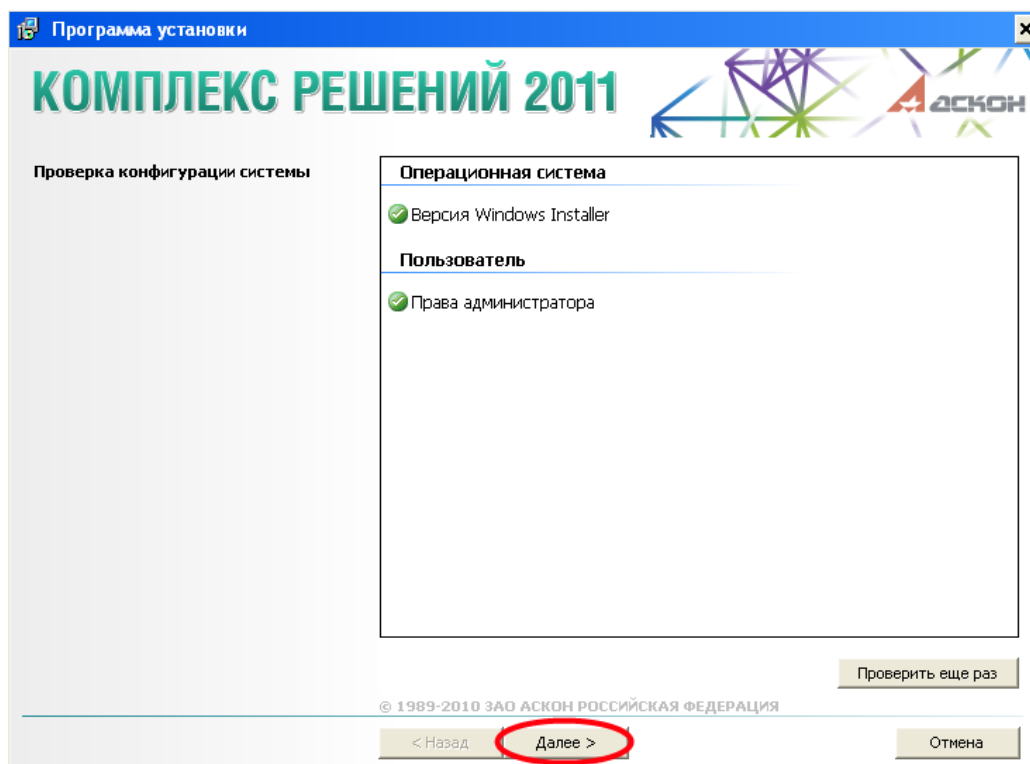


Рис.10. Окно успешного сканирования системы

4. Ознакомится с «Лицензионным соглашением»(рис.11), поставить галочку «Я принимаю...» и нажать кнопку «Далее>».

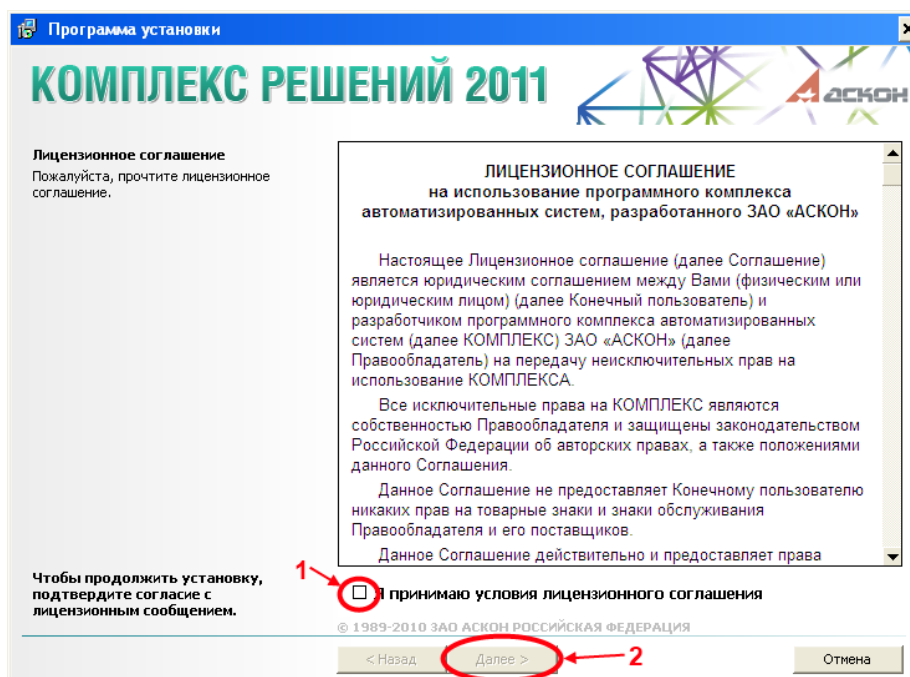


Рис.11. Окно лицензионного соглашения

5. Далее указать имя пользователя и организацию(рис.12). Обычно это не требуется, т.к. подставляется автоматически. Нажать кнопку «Далее>».

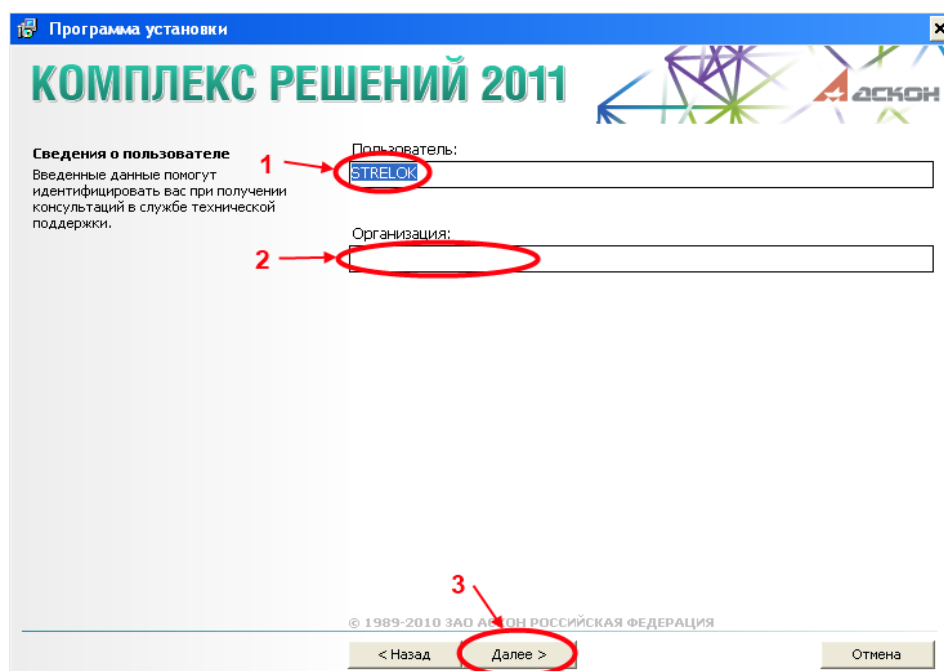


Рис.12. Выбор пользователя и организации

6. Далее в открывшемся окне(рис.13) выбора необходимых компонентов, установить галочку напротив требуемого, нажать кнопку «Далее»

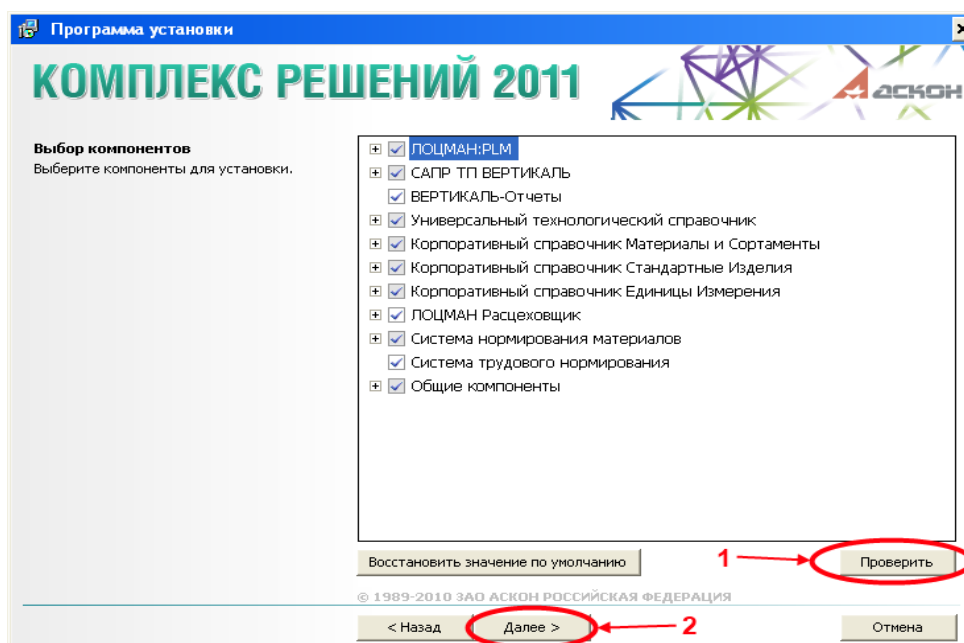


Рис.13. Выбор компонентов

7. Выбрать тип установки системы(рис.14), которые будут работать в рамках установленной области, нажать кнопку «Далее>».

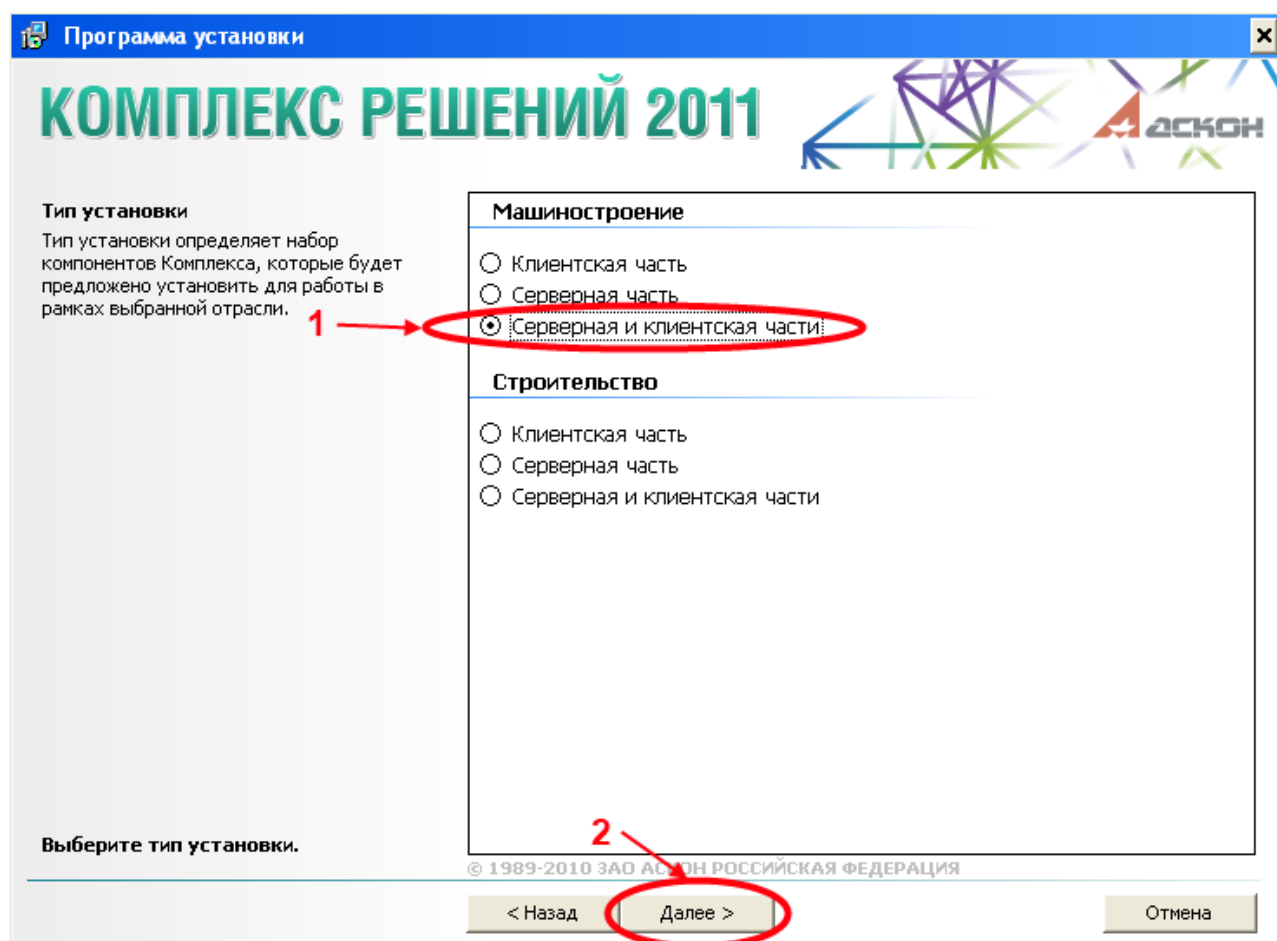


Рис.14. Тип установки

8. Далее система требует указать папку(рис.15), в которую будет установлен «Комплекс решений» и «Общая папка» (лучше путь установки не менять, т.к. могут возникнуть проблемы с распознаванием системой баз данных). Нажать кнопку «Далее>».



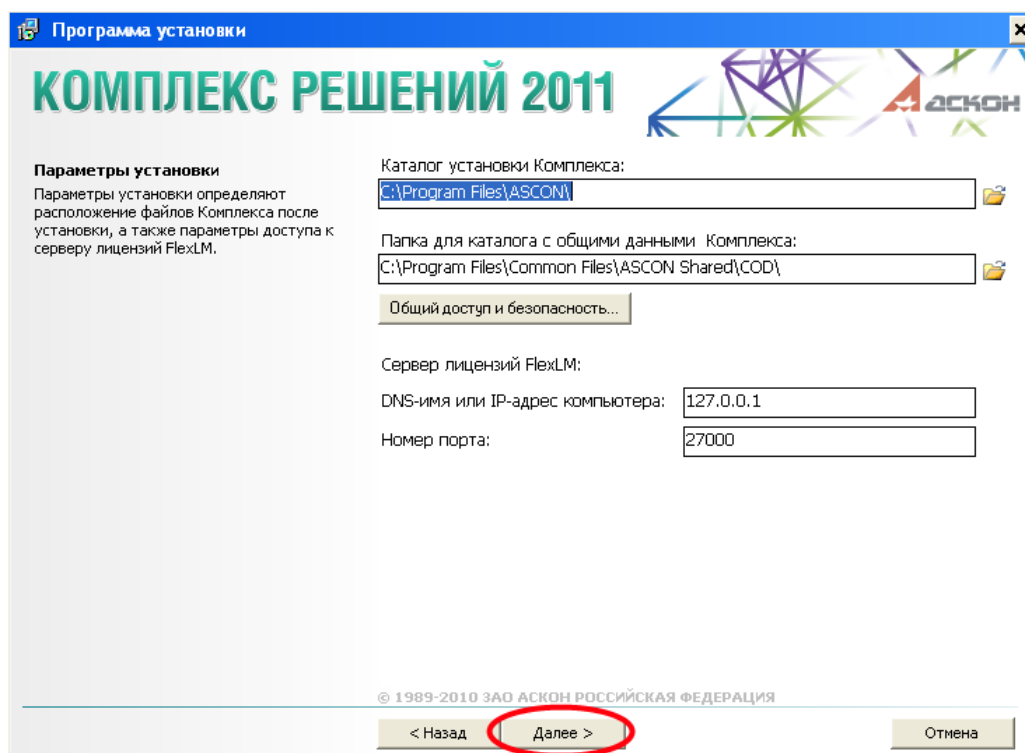


Рис.15. Путь установки системы

9. Далее в открывшемся окне нажать кнопку «Установить»(рис.16).

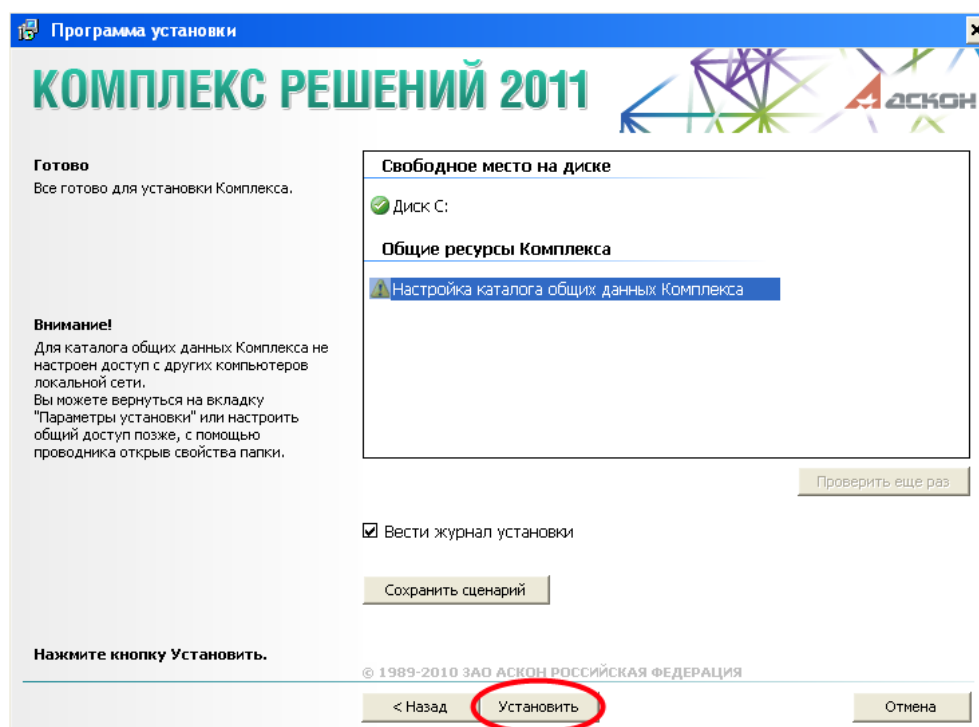


Рис.16. Окно начала процесса установки

10. Ожидание завершения установки.

11. Поставить галочку «Запустить мастер первичной настройки Комплекса»(рис.17), нажать кнопку «Готово».

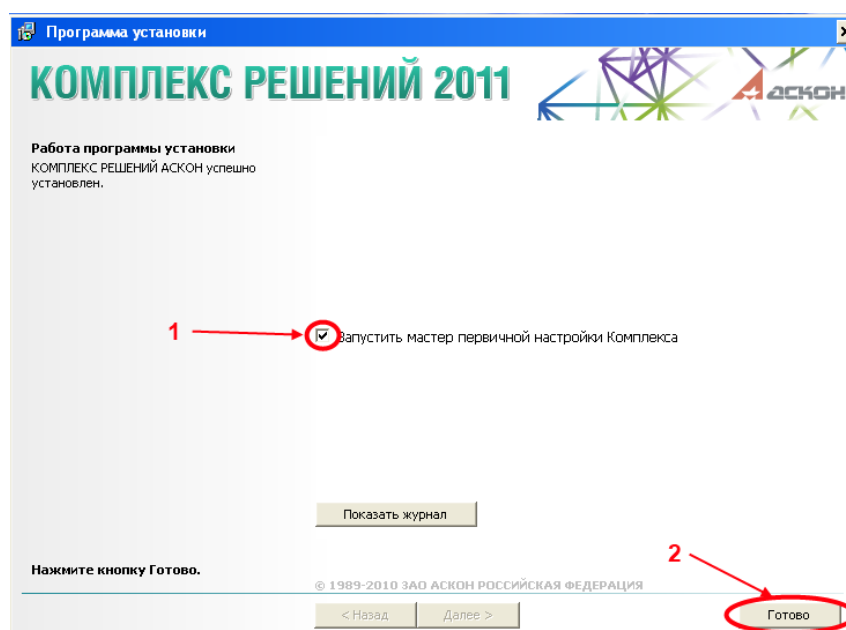


Рис.17: Завершение установки

12. Далее начнется процесс первичной настройки системы, соединения и создание баз данных. Нажать кнопку «Начать>»(рис.18) и следовать инструкции.

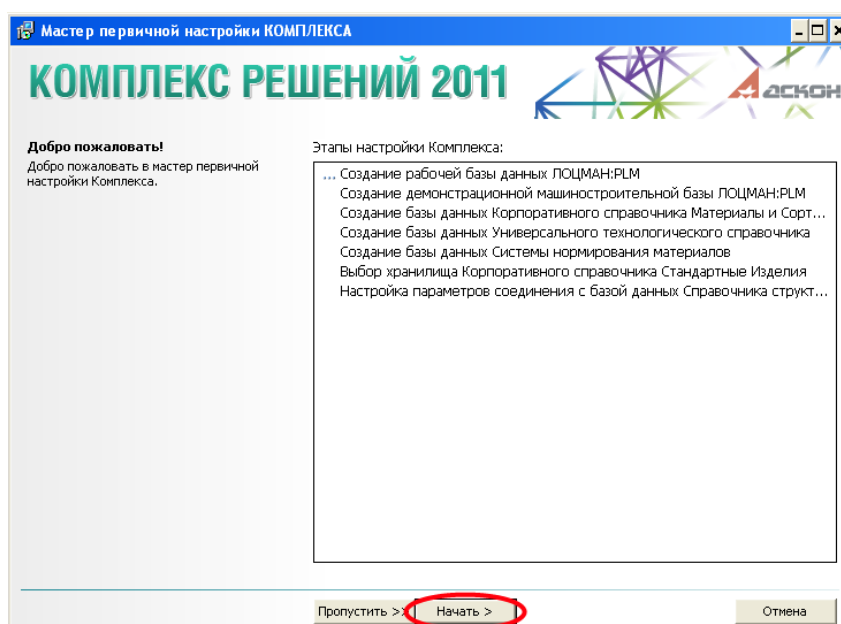


Рис.18. Первичная настройка системы

13. Перед установкой «Комплекса решений АСКОН», должна быть установлена СУБД(рис.19) (выбрать Microsoft SQL Server 2008 Express или Oracle). Данная операция производится в том случае если на выбранной ЭВМ нет установленных СУБД, нажать кнопку «Далее>>».

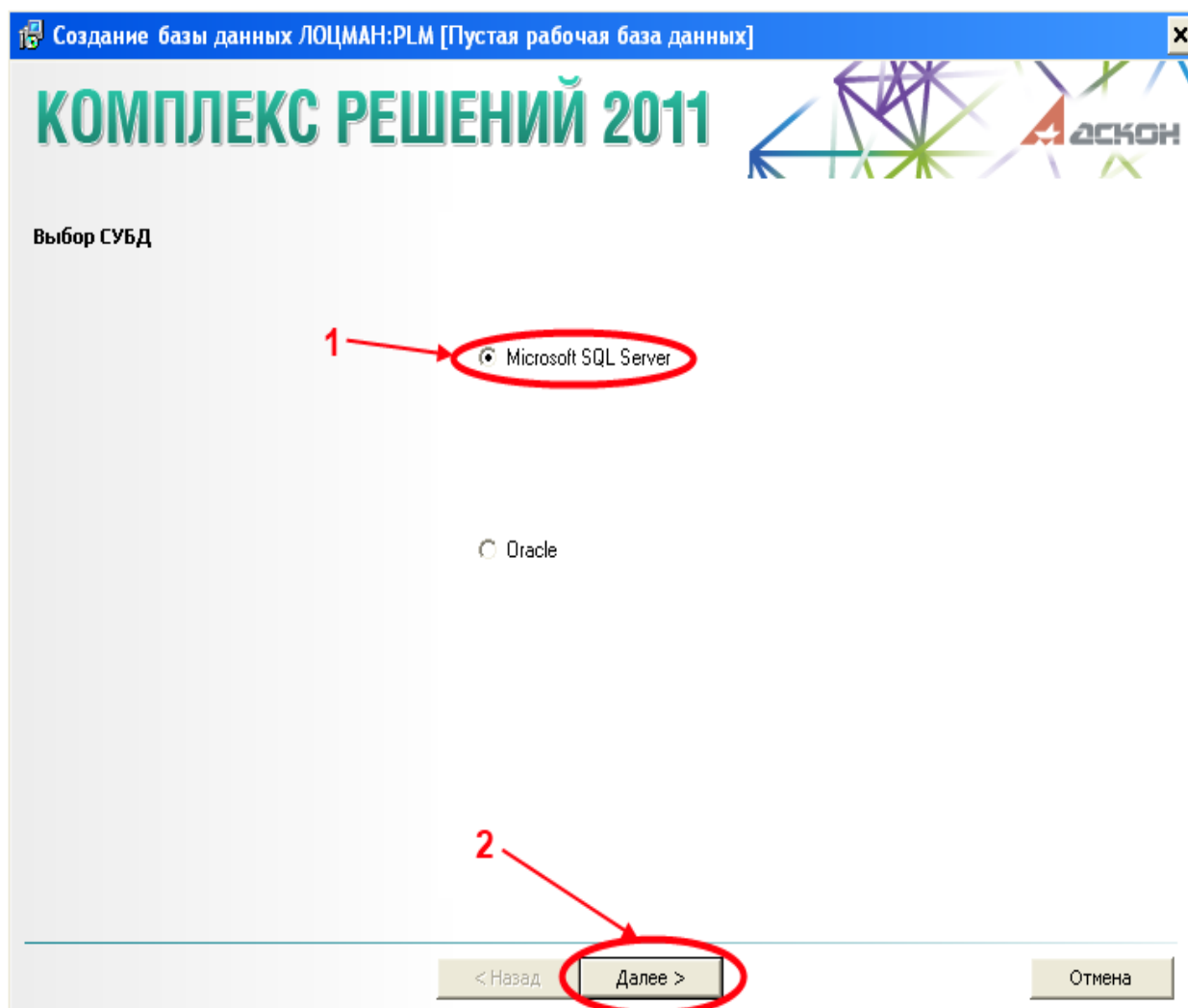


Рис.19. Выбор СУБД

14. Назначить имя базе данных для Лоцман:PLM(рис.20) (лучше латинскими символами). Указать сервер СУБД. Нажать кнопку «Проверить». Если все условия соблюдены правильно, установщик выдаст сообщение. Выбрать администратора БД, нажать кнопку «Далее>>».

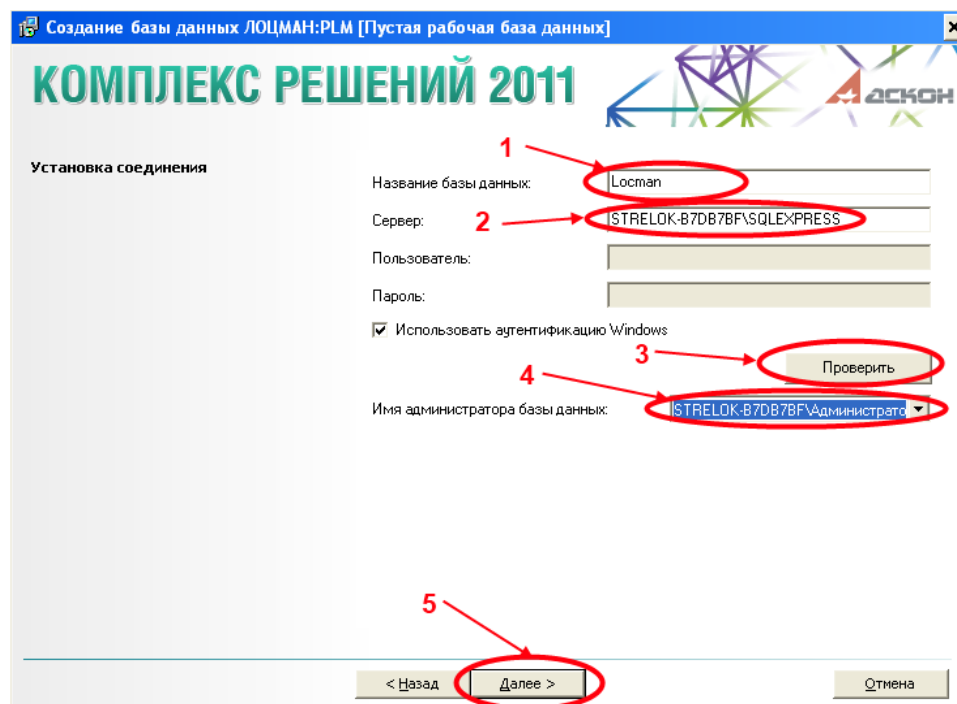



Рис.20. Установка соединения с сервером СУБД

15. Нажать на первую иконку сверху  и указать папку, в которой будут храниться базы данных Лоцман:PLM(рис.20). В других пунктах ничего не указывать, кликнуть левой кнопкой мыши в строке, все папки выставятся автоматически. Нажать кнопку «Далее>».

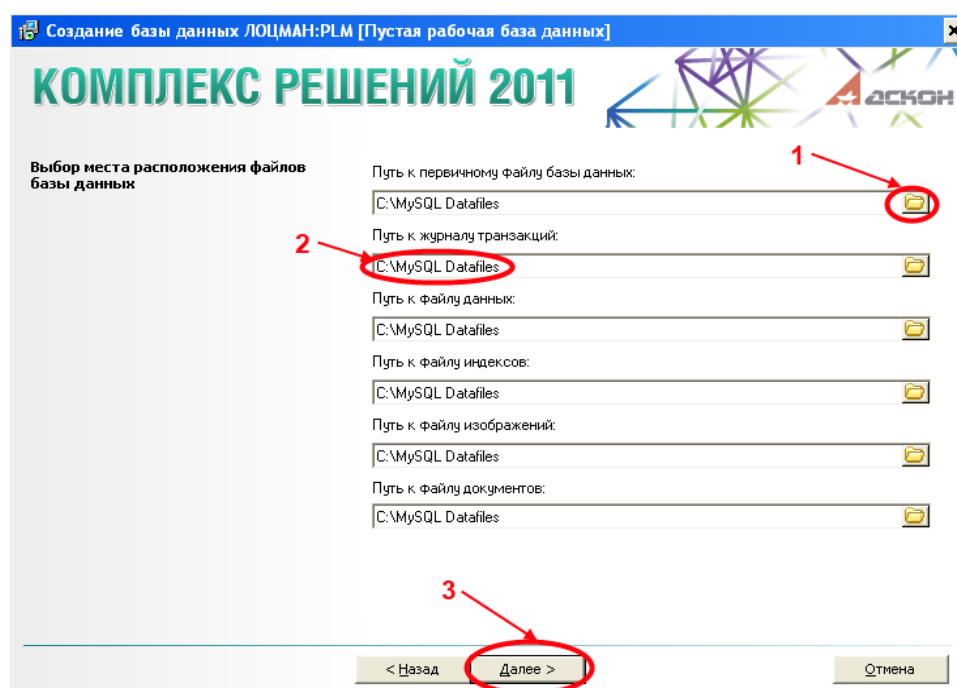


Рис.21. Место расположения файлов БД

16. Выбрать папку, в которой будут сохраняться проекты Лоцман:PLM. Нажать кнопку «Далее>»(рис.22).

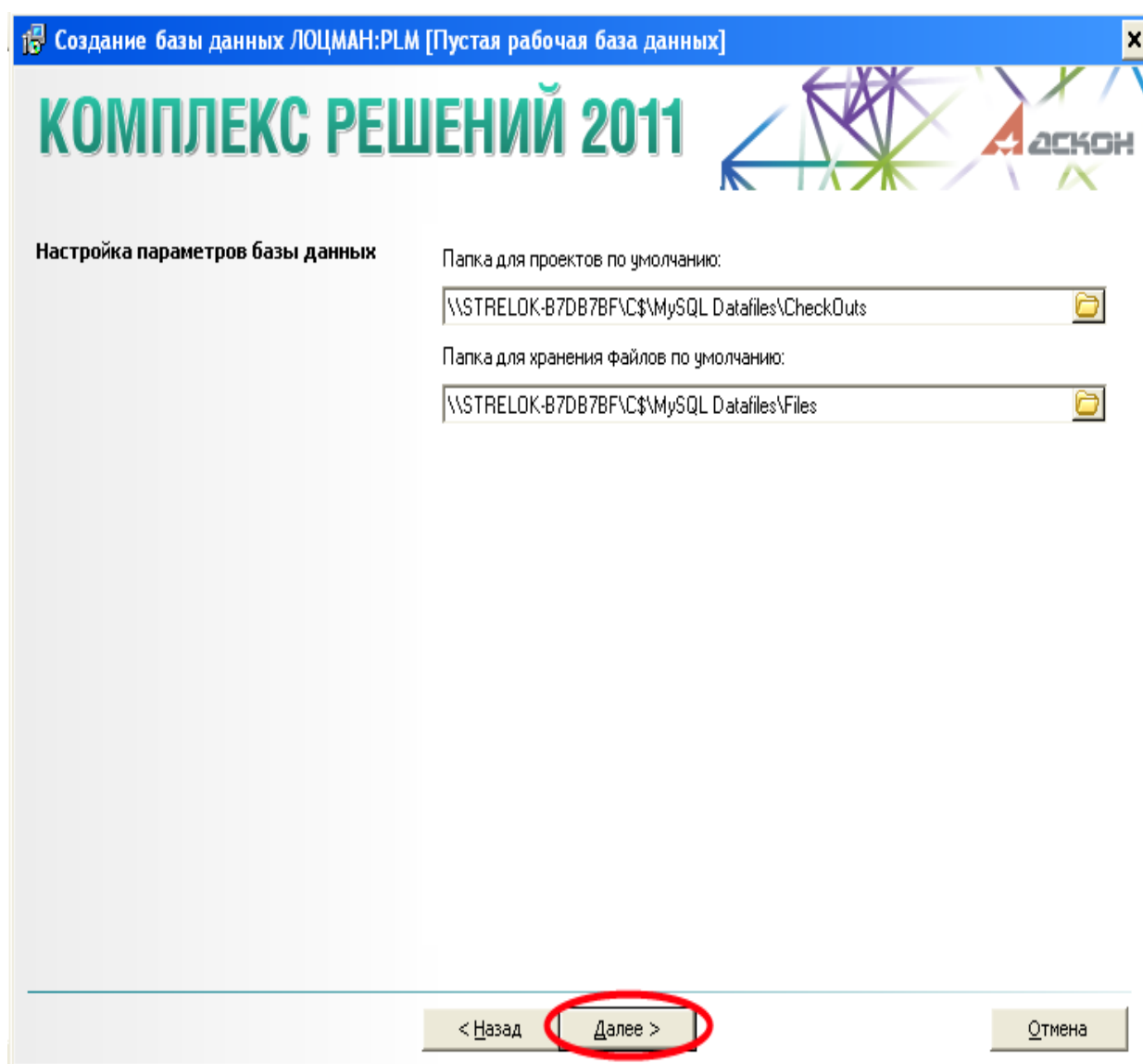


Рис.22. Настройка параметров БД

17. Нажать кнопку «Начать»(рис.23). Будет создана база данных для работы с Лоцман:PLM.

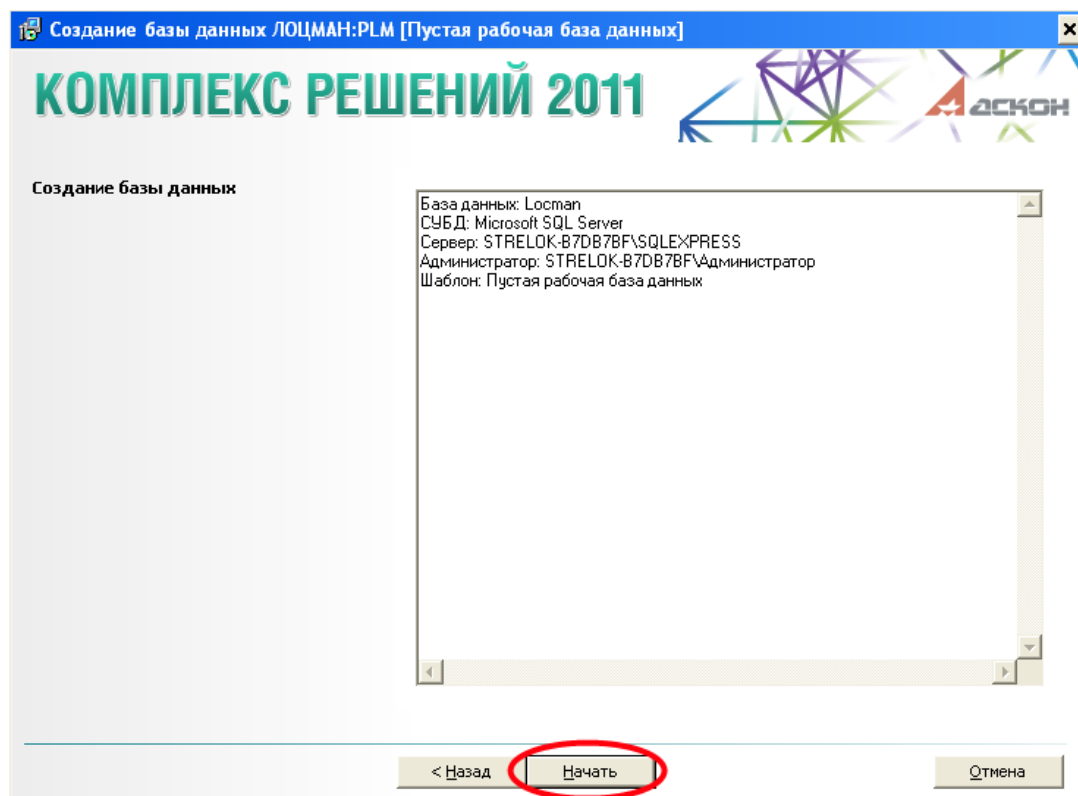


Рис.23. Создание БД

18. По окончании вылезет окно информации(рис.24):

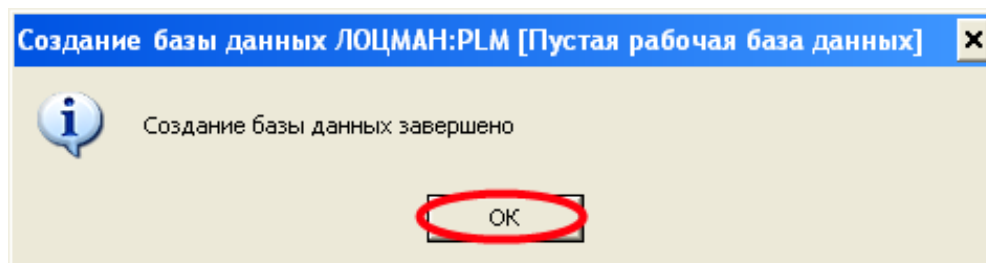


Рис.24. Информировующее окно

19. В меню выбора хранилища, поставить галочку «Создать новое»(рис.25) и нажать кнопку «Выбрать...». Указать папку, которая будет хранилищем баз стандартных изделий. Нажать кнопку «ОК».

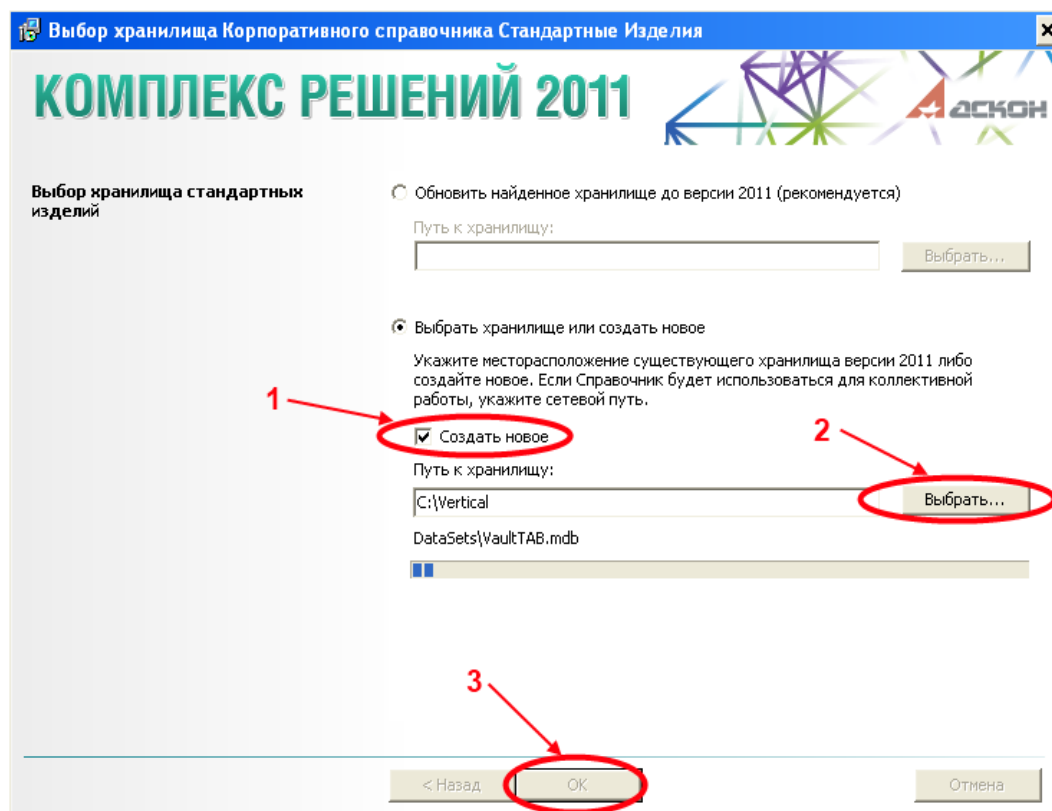


Рис.25. Выбор хранилища стандартах изделий

20. Далее требуется выбрать способ подключения к базе данных(рис.26). В данном случае связь происходит через «SQL Server Native Client 10.0», т.к. настроить данный способ проще. Нажать кнопку «Далее>>».

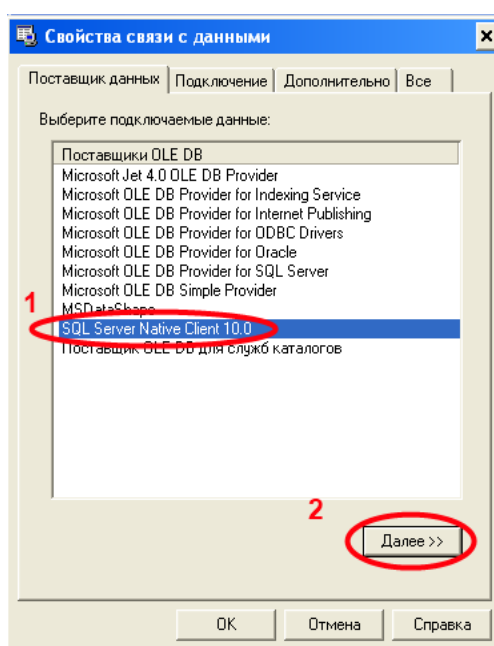


Рис.26. Свойства связи с данными

21. Выбрать сервер SQL с полным путём к нему (т.е. имя компьютера и название сервера БД). установить переключатель на «Use Windows NT Integrated security» (т.к. сервер локальный, ничего вписать не требуется). Выбрать БД, которая будет использоваться для Справочника структуры(рис.27). Проверить соединение кнопкой «Test...». Нажать кнопку «OK».

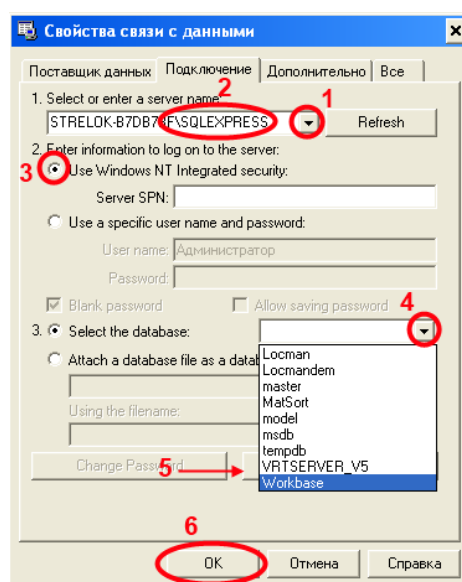


Рис.27. Настройка локального сервера

22. Завершение установки. Заказать файл лицензий через «Мастер запроса лицензий»(рис.28), активировать этим файлом «Комплексом решений 2011». Данный метод активации считается легальным.

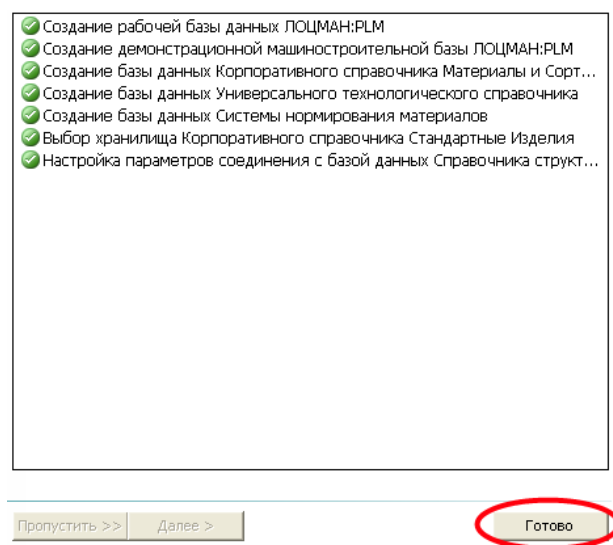


Рис.28. Завершение установки



## 2.4 Разработка технологического процесса

Разработка технологического процесса механической обработки заготовки является основной всей ВКР. От правильности и полноты разработки технологического процесса во многом зависят организация производства и дальнейшие технико-экономические расчеты производства.

Технологический процесс - главная часть производственного процесса, включающая действия по изменению размеров, формы, свойств и качества поверхностей детали, их взаимного расположению с целью получения нужного изделия.

Разработка технологического процесса должна быть основана на использовании научно-технических достижений во всех отраслях промышленности и направлена на повышение технического уровня производства, качества продукции и производительности труда.

В структуру технологического процесса входят операции, состоящие в свою очередь из нескольких элементов. Так, для технологического процесса механической обработки основными элементами операции являются переход, рабочий ход, установка и позиция.

Разработка технологического процесса включает в себя следующие этапы :

- определение технологической классификационной группы детали;
- выбор по коду типового технологического процесса (выбор метода получения детали);
- выбор заготовок и технологических баз;
- уточнение состава и последовательности операций;
- уточнение выбранных средств технологического оснащения.

Компания ООО «СанТехСнаб» не редко прибегала в своей производственной деятельности к помощи системы моделирования Компас 3D. В выборе системы позволяющей строить технологические процессы сложностей не возникло, выбором компании стала САПР ТП «Вертикаль».

Далее приведен пример работы в данной системы, а так же построения технологического процесса

### 2.4.1 Регистрация пользователей ВЕРТИКАЛЬ

Разделение прав доступа в ВЕРТИКАЛЬ и УТС необходимо для безопасной организации работ пользователей с базой данных. Разделение прав позволяет предотвратить не только несанкционированный доступ к данным, но также потерю или порчу умышленную и неумышленную данных документов содержимого файлов и другой ответственной информации.

Перед началом эксплуатации ВЕРТИКАЛЬ, администратор системы составляет список пользователей, определяет для каждого пользователя группы, в которые будет входить пользователь и индивидуальный пароль пользователя для входа в систему. Регистрация пользователей проводится в специальном приложении ВЕРТИКАЛЬ-Пользователи (рис. 28) исполняемый файл которого VUserMan.exe размещен в корневом каталоге Универсального технологического справочника. Для запуска приложения можно воспользоваться меню Пуск или любым проводником по файловой системе. Регистрационные данные пользователей действительны для приложений ВЕРТИКАЛЬ и Универсальный технологический справочник. Проводить регистрацию и настройку прав доступа пользователей имеют только пользователи с привилегией «administration».

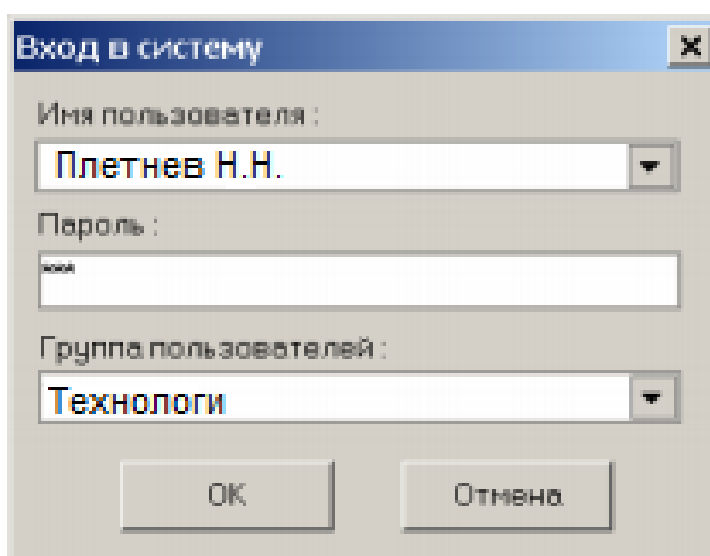


Рис.29. Окно входа в систему

## 2.4.2 Интерфейс «Вертикаль»

- Заголовок окна является стандартным элементом окна Windows и содержит название и номер версии программы, а также имя активного документа (файла), открытого в ВЕРТИКАЛЬ(рис.30).
- Основное меню расположено в верхней части окна ВЕРТИКАЛЬ непосредственно под заголовком.

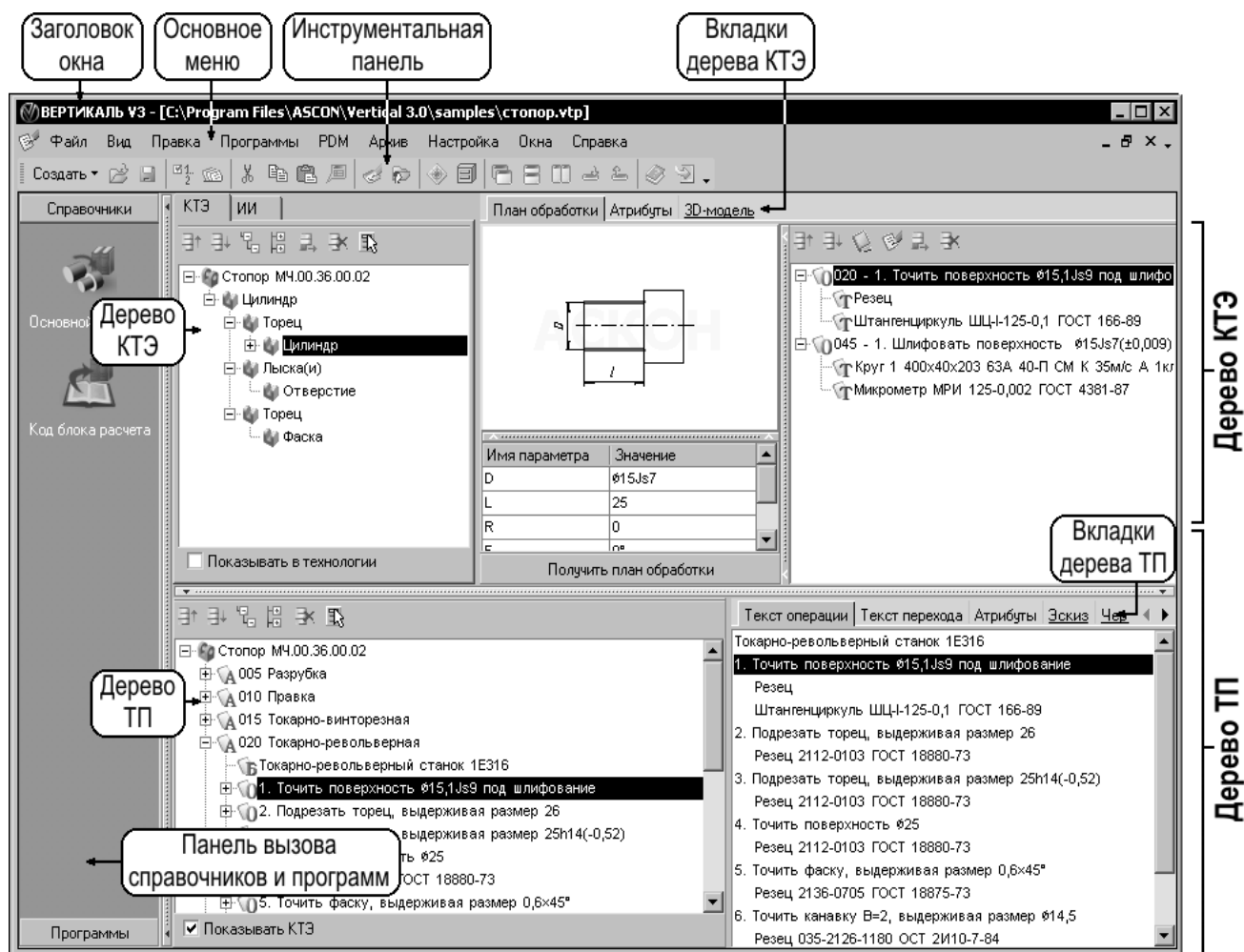


Рис.30. Интерфейс САПР «Вертикаль»

- Инструментальная панель расположена под основным меню и содержит набор кнопок для выполнения наиболее часто повторяющихся операций.
- В состав компонентов дерева КТЭ входит само дерево КТЭ (левая верхняя часть окна) и вкладки дерева КТЭ (правая верхняя часть окна).

Количество и вид вкладок меняется в зависимости от элемента, выбранного пользователем в дереве КТЭ. В состав компонентов дерева ТП входит само дерево ТП (левая нижняя часть окна) и вкладки дерева ТП (правая нижняя часть окна). Количество и вид вкладок меняется в зависимости от элемента, выбранного пользователем в дереве ТП.

- На панели вызова справочников и программ (панели быстрого доступа) в соответствующих разделах размещены кнопки вызова различных справочников (Справочник технолога, справочник «Материалы и Сортаменты» и др.) и кнопки запуска программ (приложений). Переключение между панелями производится с помощью кнопок Редактирование (панель вызова справочников) и Программы (панель вызова приложений).

#### 2.4.3 Создание нового технологического процесса

Создание ТП в Вертикаль возможно тремя способами:

- Наполнением дерева ТП операциями и переходами.
- Наполнением дерева КТЭ с получением планов обработки.
- Редактированием существующего процесса аналога либо типового (группового) техпроцесса.

Отображение информации о ТП в виде дерева операций соответствует порядку изменения состояний заготовки во времени. Такой вид близок к стандартной бумажной форме записи технологического процесса. Основным недостатком такого ТП является отсутствие механизмов, которые позволили бы корректировать операции и переходы по обработке отдельных поверхностей (конструкторских элементов) детали без внесения изменений в ТП в целом. Для решения этого вопроса САПР ВЕРТИКАЛЬ содержит компонент «Дерево КТЭ» позволяющий собирать переходы обработки отдельной поверхности (конструкторско-технологического элемента) вместе и работать с ними как с самостоятельным фрагментом технологического процесса. Элементом дерева КТЭ можно сопоставить определенные планы обработки, зависящие от требуемой точности и качества поверхности детали.

Настройка связей между деревом КТЭ, деревом ТП и чертежом позволяет ориентироваться в сложных техпроцессах, оперативно редактировать их содержание и выявлять допущенные ошибки, а также значительно повысить скорость проектирования техпроцессов.

#### 2.4.4 Наполнение дерева технологического процесса с использованием операции и переходов

Добавление операции в технологический процесс: установить курсор в окне дерева ТП на названии детали. Нажать на правую кнопку мыши и выбрать добавить операцию. (Рис. 31)

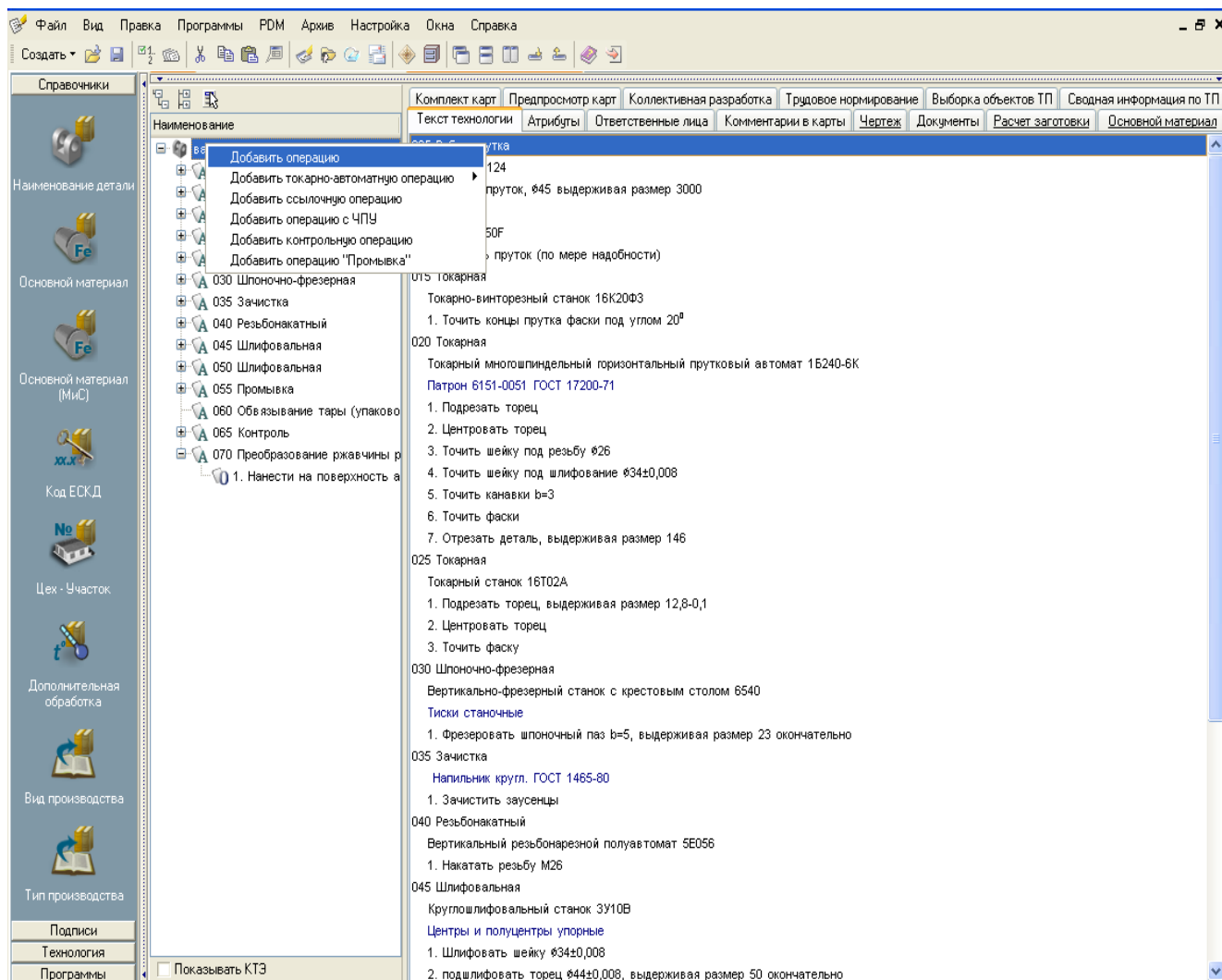


Рис.31. Добавление операции

В открывшемся окне справочника операции последовательно выбрать Обработка резанием – Токарная и нажать кнопку применить. (Рис. 32)

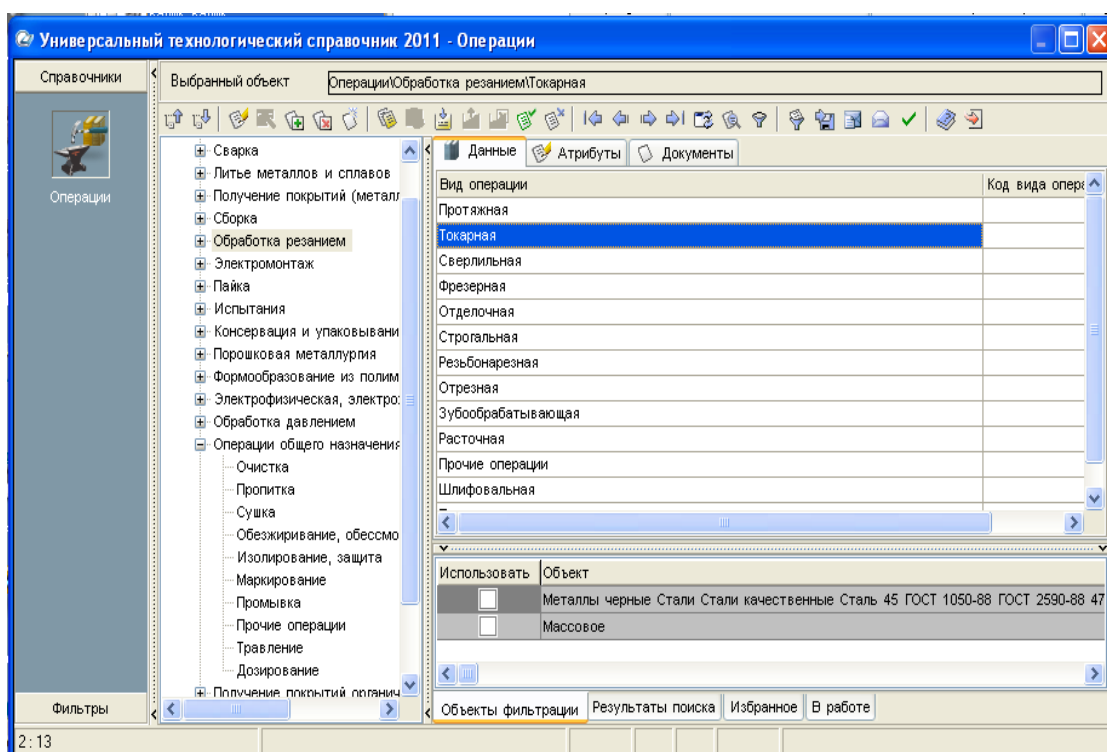


Рис.32. Перечень операции

Наполнение операции содержимым: установить курсор на названии операции Рубить прутки. Нажать правую кнопку мыши и выбрать в открывшемся контекстном меню добавить - основной переход(Рис. 33).

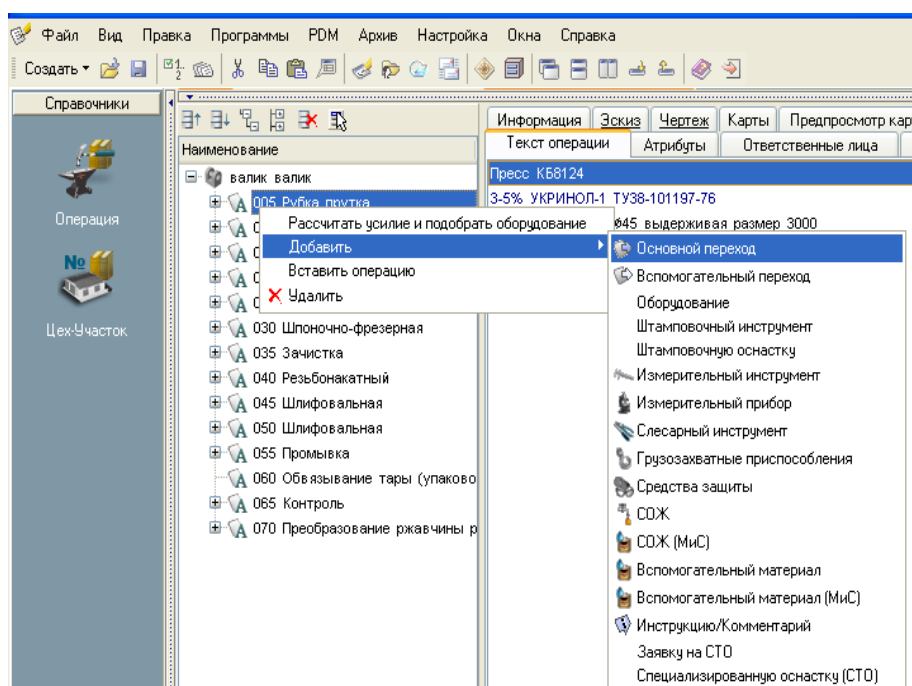


Рис.33. Добавление основного перехода

В окне справочника УТС выбрать, последовательно, отрезать – заготовку. Нажать кнопку применить. В дереве ТП и на вкладке «текст операции» появился переход Отрезать заготовку(Рис. 34).

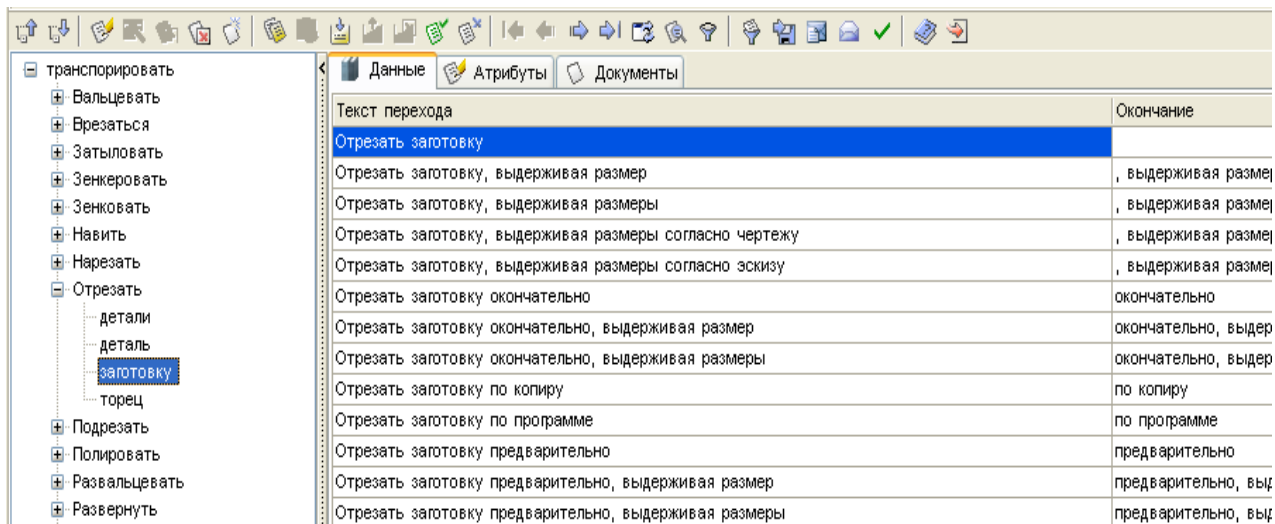


Рис.34. Текст операции

Установить курсор на операции токарная. Нажать на правую кнопку мыши и выбрать в открывшемся контекстном меню Добавить – Станок. (Рис.34)

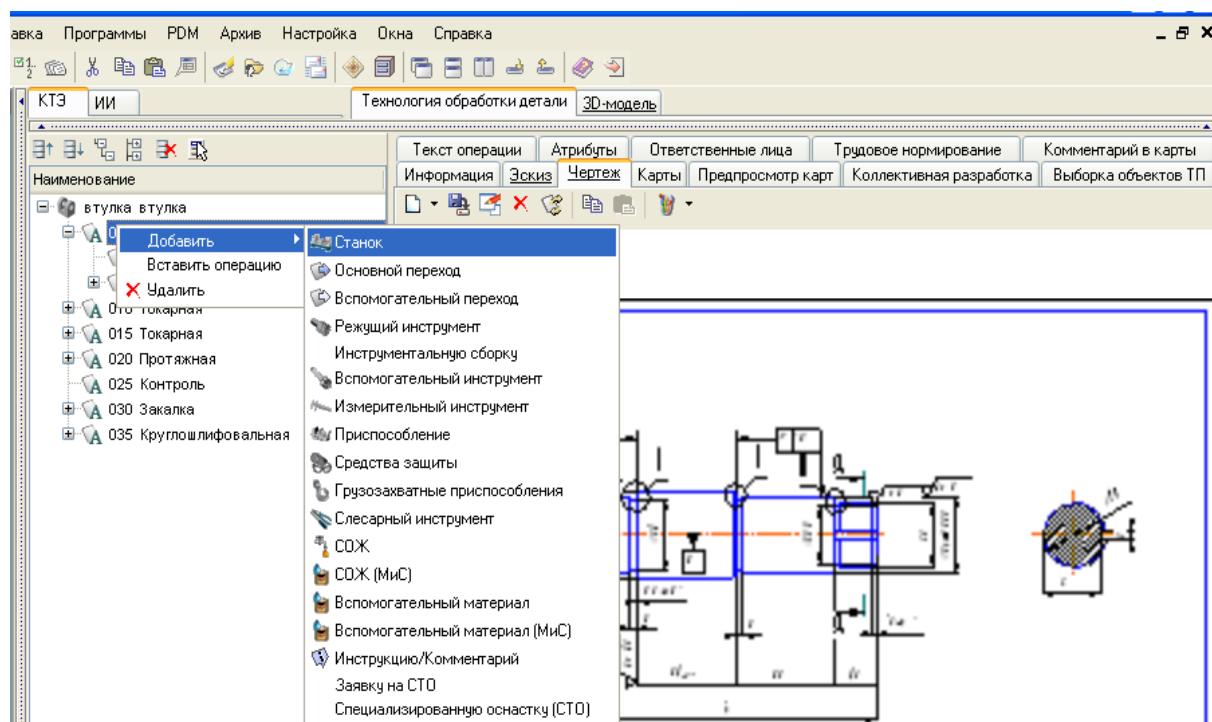


Рис.34 добавление станка

Из открывшегося справочника оборудования выбрать токарные и лоботокарные – 16K20Ф3. Нажать кнопку применить(Рис.36).

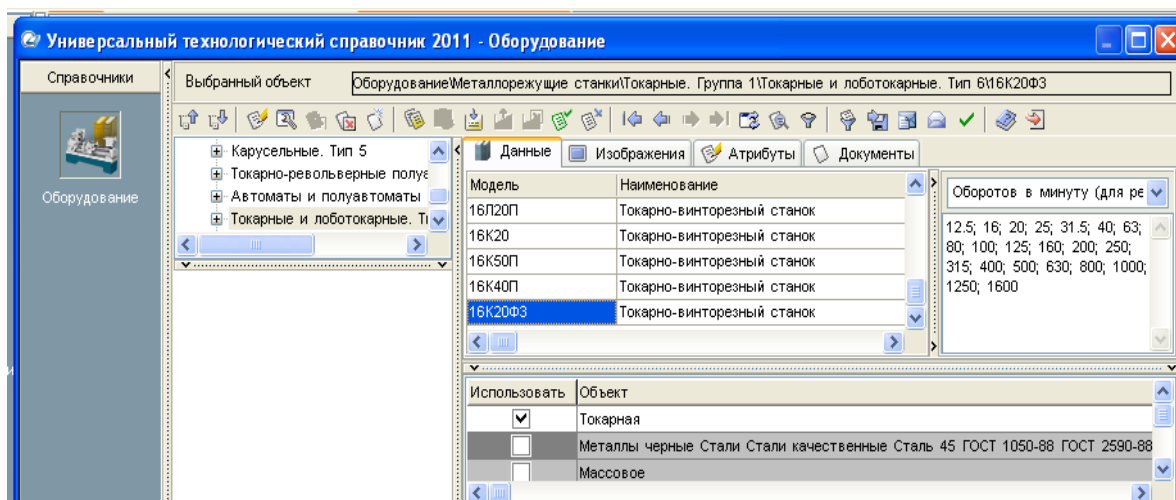


Рис.36. Выбор станка

Установить курсор на переходе Подрезать торец. Нажать правую кнопку мыши и выбрать добавить – режущий инструмент(Рис.37).

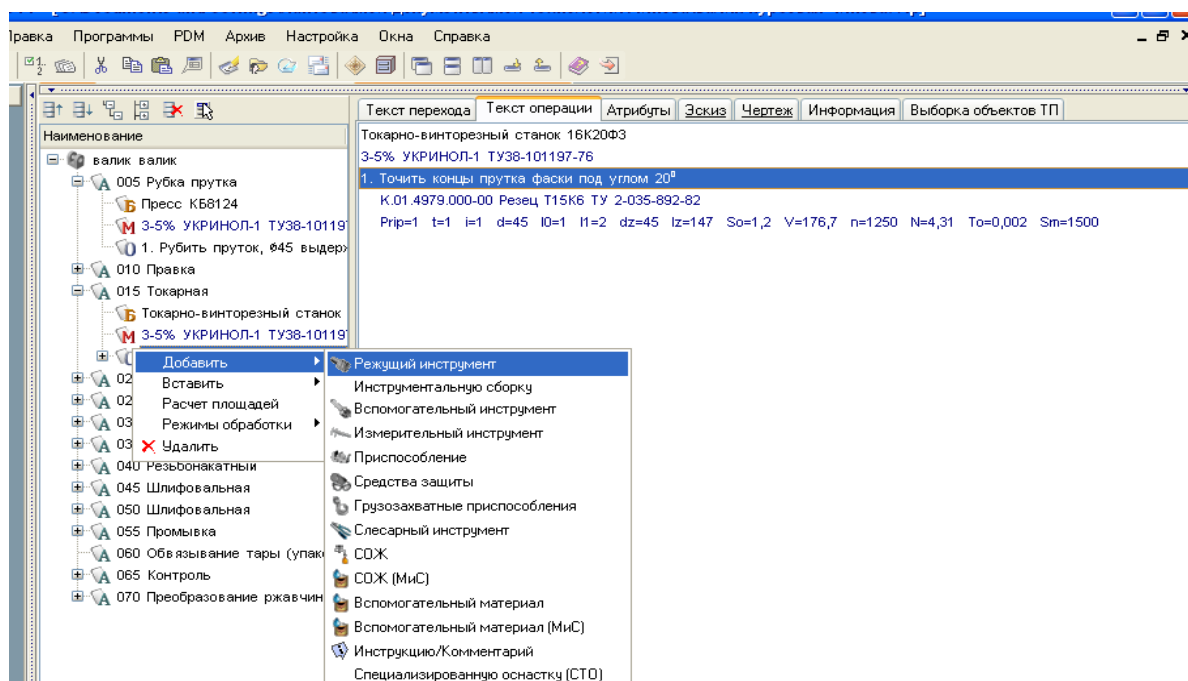


Рис.37. Добавление режущего инструмента

В открывшемся справочнике выбрать резец проходной – Резец ТУ 2-035-1040-86 – SSSCL 1010E06(Рис.38).



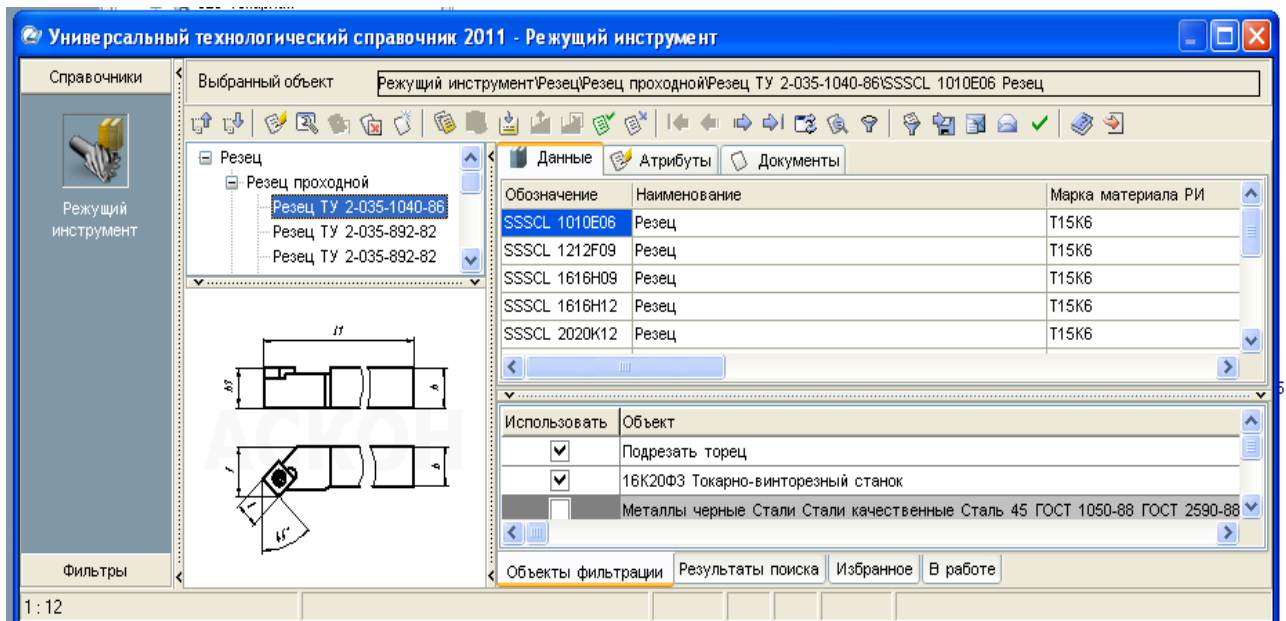


Рис.38. Выбор режущего инструмента

Установить курсор на название операции токарная и выбрать из контекстного меню добавить – СОЖ(Рис.39).

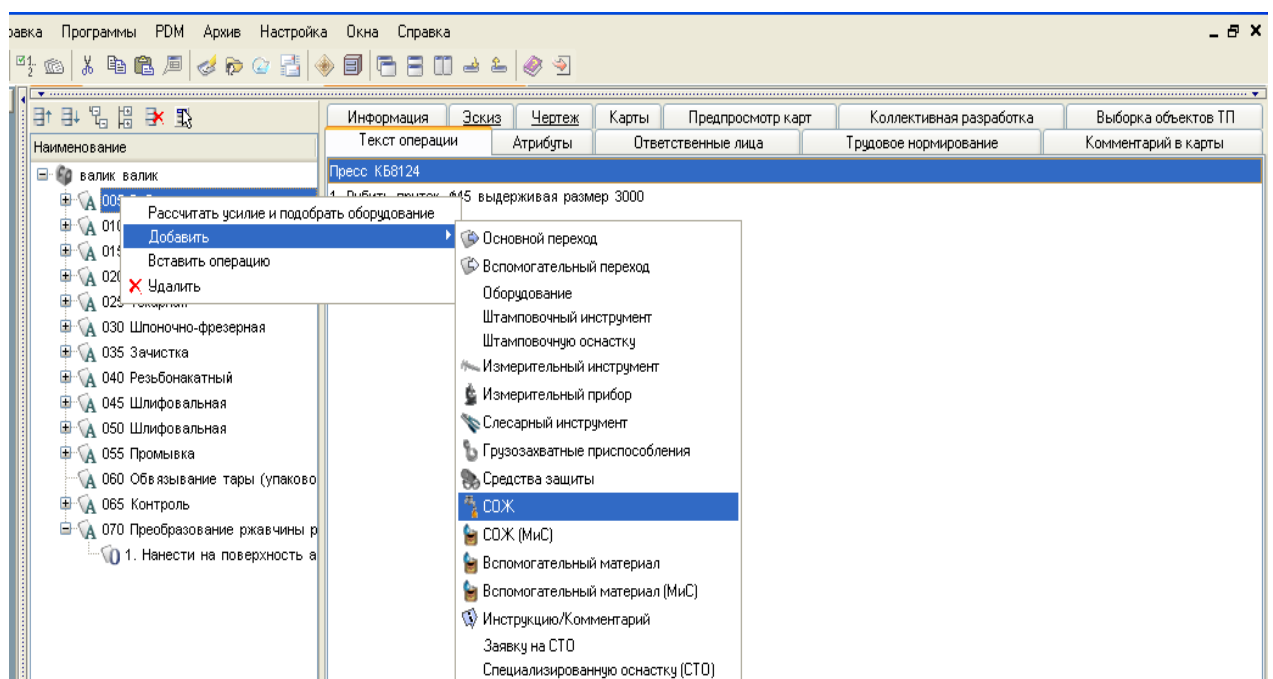


Рис.39. Добавление СОЖ

В справочнике выбрать 3-5% УКРИНОЛ-1 и нажать применить(Рис.40).

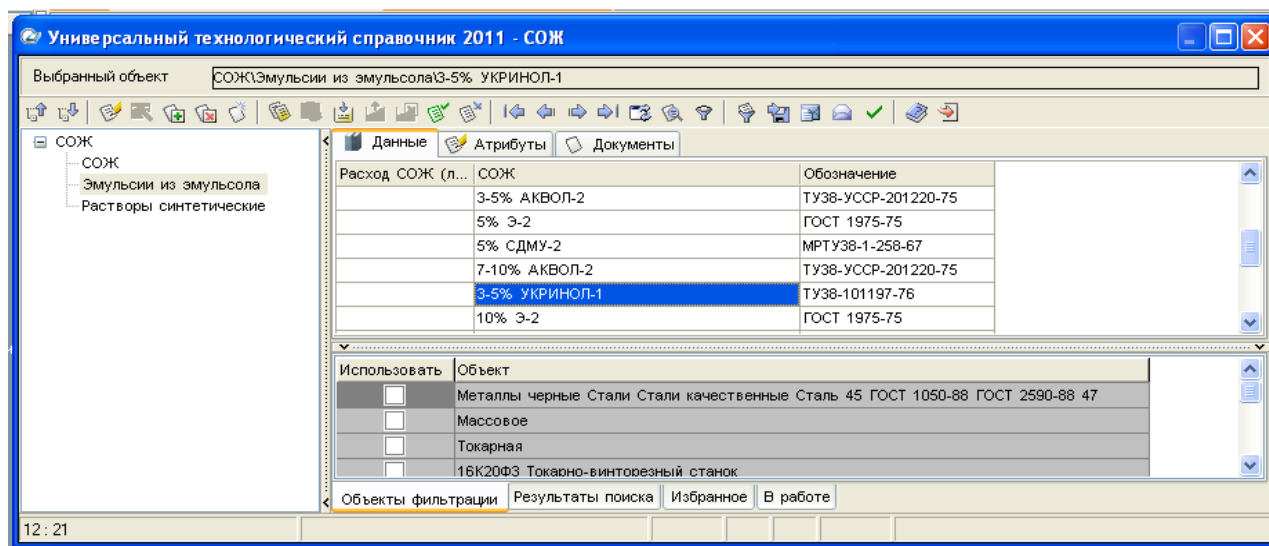


Рис.40. Выбор смазывающе-охлаждающей жидкости

Установить курсор на названии операции токарная выбрать из контекстного меню добавить – приспособление. В справочнике приспособлений последовательно выбрать патроны – цанговые - патрон ГОСТ 17200-71/6151-0051 и нажать кнопку применить(Рис.41).

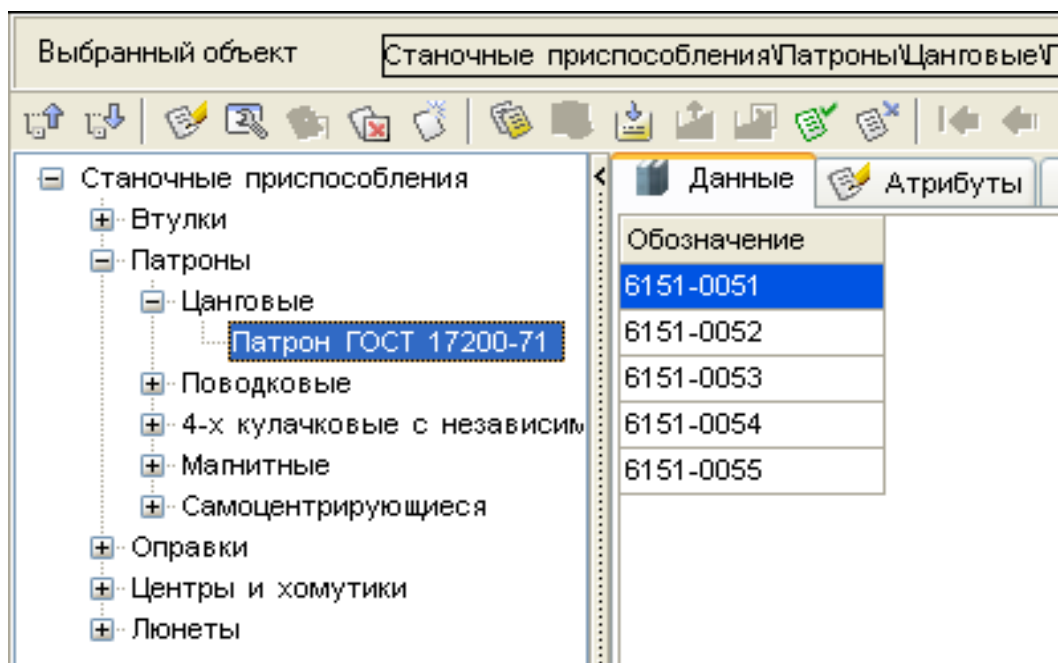


Рис.41. Добавление приспособления(патрон)

Нажать на панели инструментов кнопку основной материал. (Рис.42)

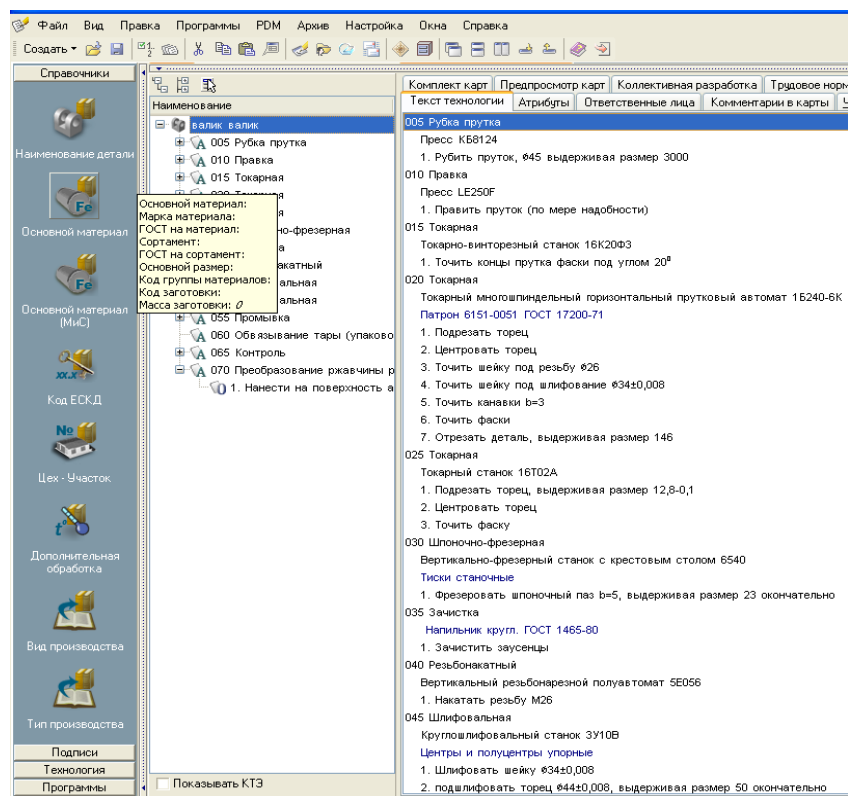


Рис.42. Основной материал

Последовательно выбрать заготовки – металлы черные – Стали – Стали качественные – Сталь 45 ГОСТ 1050-88 – Прокат листовой х/кат(Рис.43).

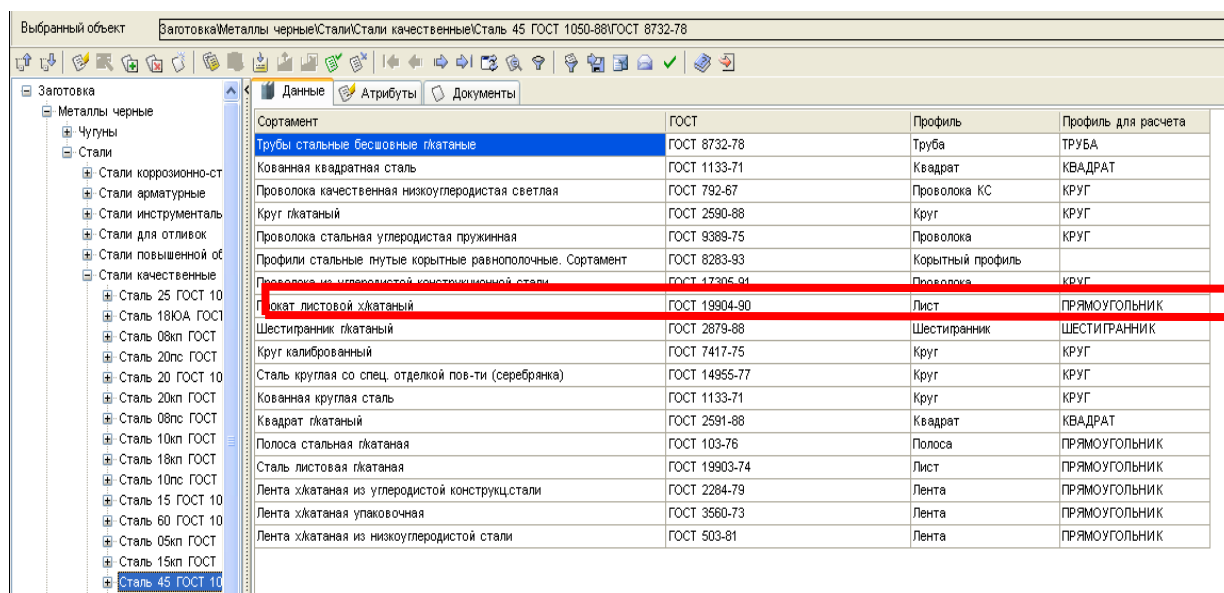


Рис.43. Выбор основного материала

## 2.4.5 Расчет режимов резания

Для определения кода блока расчета следует установить курсор на переход в дереве ТП и на Панели справочников нажать кнопку код блока расчета (Рис.44). В открывшемся справочнике последовательно выбрать токарная обработка – Обтачивание и нажать применить.

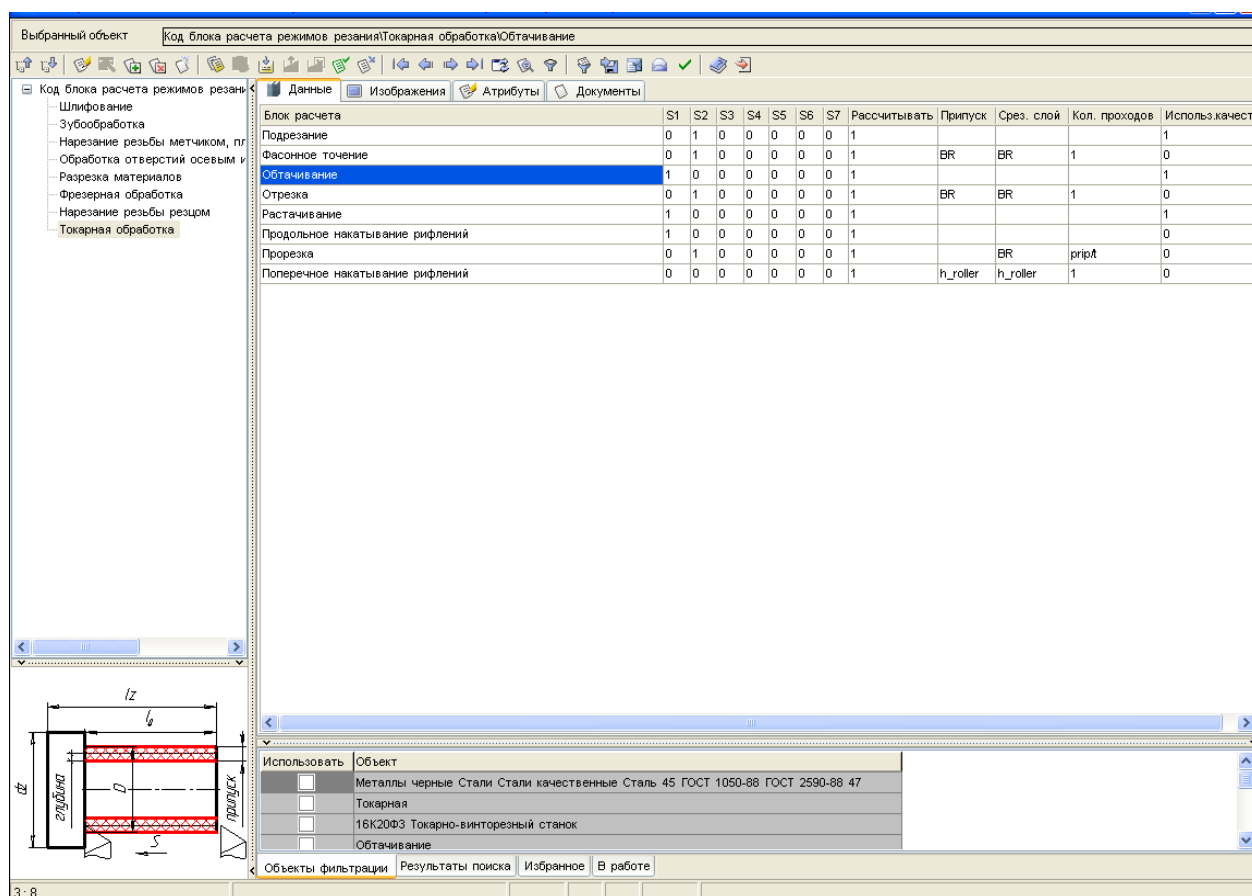


Рис.44. Код блока расчета

Установить курсор на переход операции токарная. С помощью контекстного меню выполнить команду режим обработки – добавить режимы резания(Рис.45).

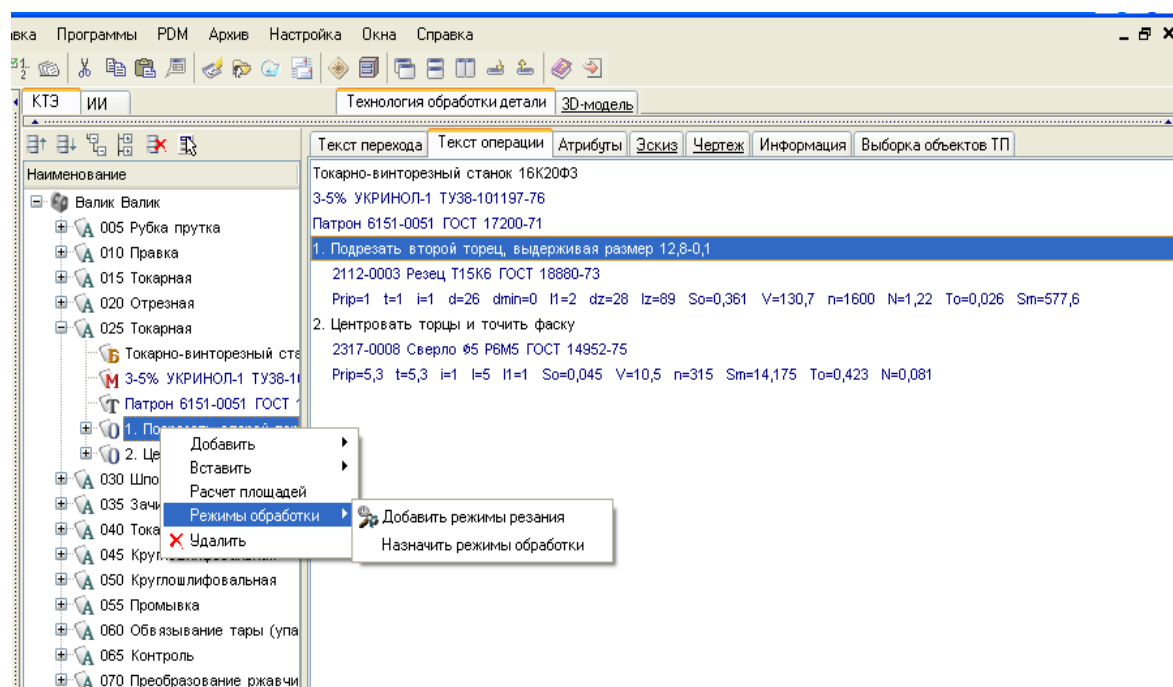


Рис.45. Добавление режима резания

Указать в открывшемся окне последовательно необходимые данные и нажать кнопку рассчитать(Рис.46).

Параметр	Переменная	Значение
Диаметр обрабатываемой	d	45
Длина обработки	l0	1
Подвод, врезание, перебор	l1	2
Макс. диаметр заготовки	dz	45
Макс. длина заготовки	lз	147

Результат	Переменная	Значение
Поддача, мм/об	So	1,2
Скорость резания, м/мин	V	176,7
Число оборотов шпинделя, NO	NO	1250
Сила резания, Н	Pz	
Мощность резания, кВт	N	4,31
Основное время, мин	To	0,002
D или B	D_B	45
Длина	L_REZ	3
Минутная подача, мм/мин	Sm	1500
Вспомогательное время	tv	

Рис.46. Расчет режимов резания

## 2.4.6 Формирование комплекта технологической документации

Для создания комплекта документации выбрать вкладку комплект карт на панели инструментов(Рис.47).

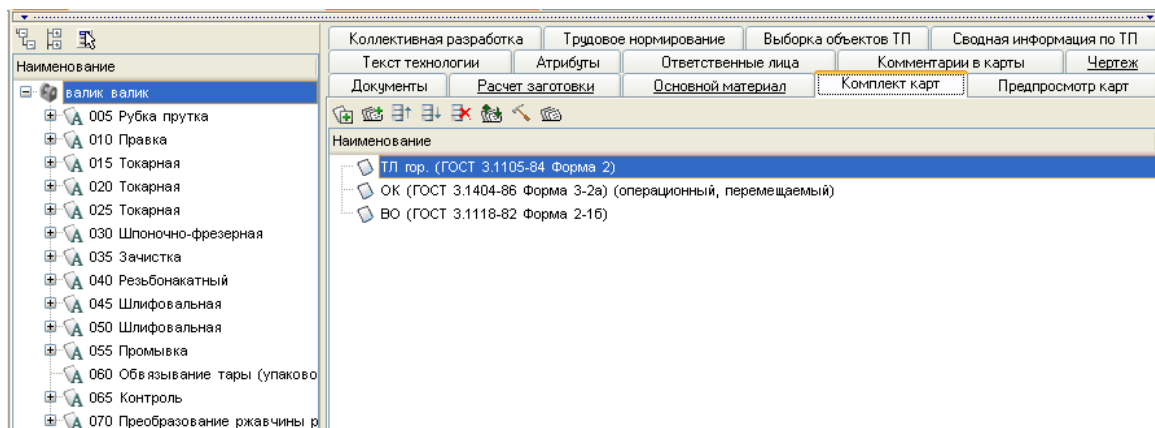


Рисунок 47: комплект карт

В открывшемся списке документаций выберете нужный комплект карт. Если в появившемся списке нет тех карт, которые необходимы, следует открыть вкладку добавить карты, запустится справочник карт (рис.48). В данном справочнике можно выбрать интересующий вариант оформления документации, который наполняется по мере выхода необходимых обновлений через интернет.

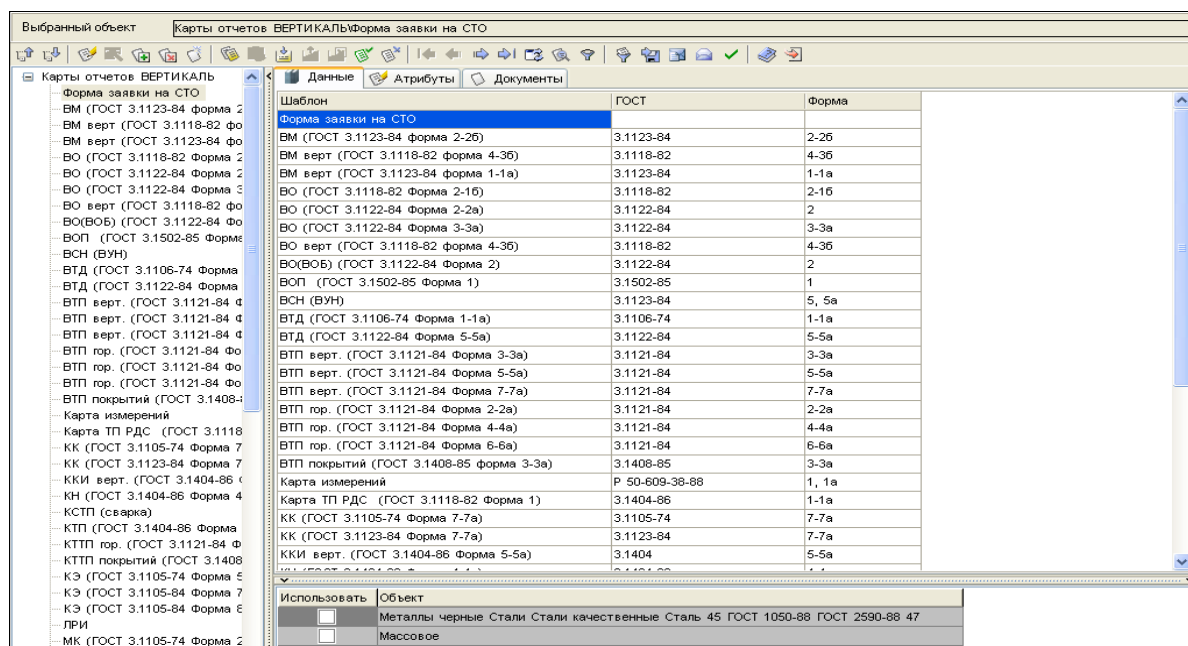


Рис.48. Добавление карт

Удалить не нужный комплект карт, необходимо выделить его: нажать правую кнопку мыши и выбрать удалить(Рис. 49).

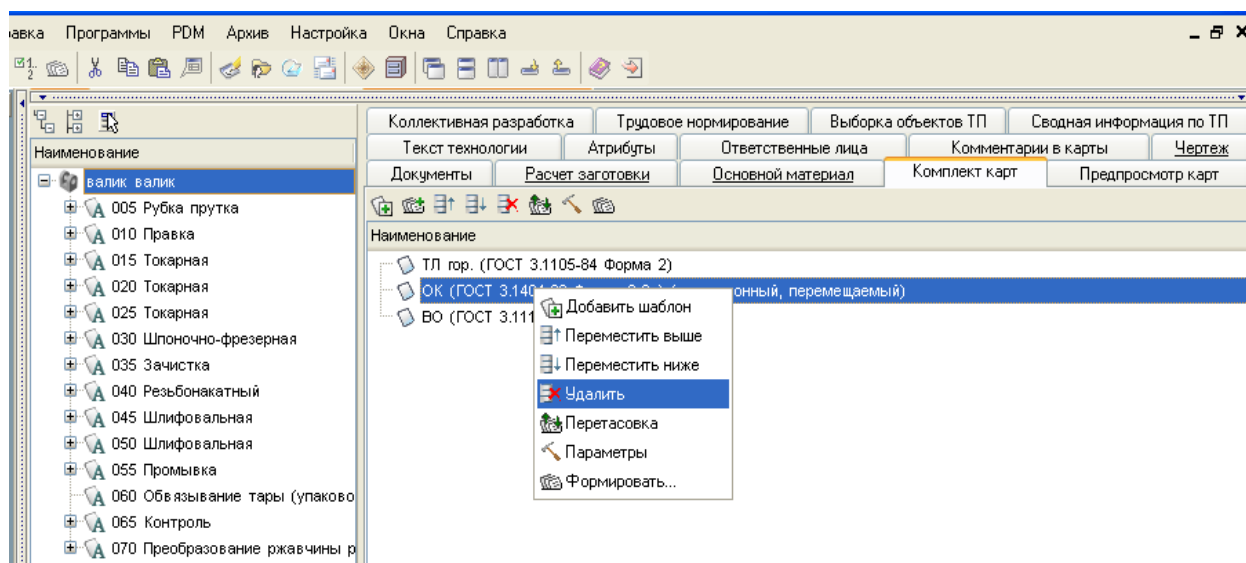


Рис.49. Удаление комплекта карт

Для отображения сформированной документации, следует нажать клавишу форматировать. В открывшемся окне нажать клавишу старт(Рис.50).

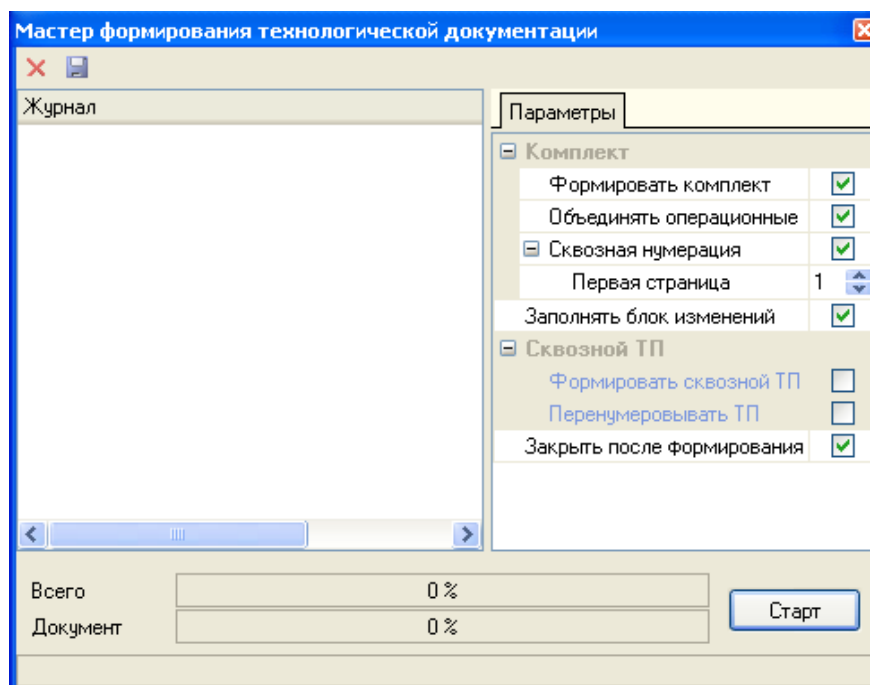


Рис.50. Форматирование комплекта документов

После форматирования откроется комплект документации. (Рис.51)

Рис.51. Комплект документации



## **Заключение**

В выпускной квалификационной работе было представлено проектирование технологического процесса в САПР ТП Вертикаль, на предприятии ООО «СанТехСнаб»

В первой главе раскрыты понятие САПР, раскрыта спецификация автоматизации; рассмотрены системы автоматизации в производстве; способы проектирования технологических процессов; приведены примеры аналогов САПР ТП «Вертикаль».

Во второй главе проведен анализ предприятия ООО «СанТехСнаб»; рассмотрен процесс проектирования технологического процесса; метод интеграции с основными приложениями.

ВЕРТИКАЛЬ - программа автоматизированного проектирования процессов в машиностроении и технологической отрасли, позволяющая решать задачи по автоматизации процесса технической подготовки производства. САПР ТП Вертикаль дает возможность:

- проектировать ТП в различных автоматических режимах;
- рассчитывать материалы и рабочие расходы в изготовление;
- формировать все требующиеся комплексы технологической документации, применяемые в предприятии;
- вести синхронное планирование непростых техпроцессов командой технологов в режиме реального времени;
- формировать заявки в планирование специализированных средств технологического оборудования и формировать управляющие компоненты;
- поддерживать значимость научно-технической данных с помощью действий управления преобразованиями.

САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ позволяет упростить работу технолога сделать её быстрой, качественной и удобной; возрастает качество и скорость разработки технологических задач.

«Вертикаль» полностью русифицированный продукт, поэтому имеет существенное преимущество в использовании. Основным недостатком этой

системы является малое количество специалистов-технологов способных использовать в работе данную систему. Из этого вытекают высокие риски увеличения сроков запусков производства, надлежащей проверки качества и детальной проработки каждого выпуска производимых деталей.

Но, не смотря на столь значительный минус, данная система действительно сможет решить большинство задач автоматизации ТП. Наличие и возможность редактирования универсального технологического справочника упрощает работу в целом, и, в частности, выбор инструмента, участвующего в изготовлении детали. Минусом программы является ее цена. Данная система выполняет свои функции проектирования ТП, обладает дружелюбным интерфейсом, а так же включает в поставляемый комплекс подробные описания и руководство пользователей.

Подводя итоги, можно сказать, что компьютерное моделирование всех этапов технологического процесса дает новые возможности его оптимизации. Использование на предприятии современных информационных технологий значительно сокращает время и стоимость проектирования и выпуска изделия.

Проанализировав деятельность предприятия ООО «СанТехСнаб» можно сделать вывод, что на данном этапе развитие автоматизации производства динамично развивается. В работе были предложены пути развития выбранного направления и проанализированы возможности снижения рисков. Исходя из результатов проделанной работы выяснилось, что за счет внедрения новой системы автоматизированного проектирования ТП «Вертикаль» в производственную деятельность компании ООО «СанТехСнаб», повысилась производительность труда, появились новые рабочие места и перспективы на будущее, появились новые разработки и проекты.

Все поставленные задачи были выполнены в полном объеме, цель работы достигнута

## Список используемой литературы

1. Абдулханова М. Технологии производства материалов и изделий и автоматизация технологических процессов на предприятиях: Учебное пособие / М. Абдулханова В.А. Воробьев. - М.: Солон-пресс, 2014. - 564 с.
2. Безъязычный В. Основы технологии машиностроения: Учебник / В. Безъязычный. - М.: Машиностроение, 2013. - 568 с.
3. Безменов В.С. Автоматизация процессов дозирования жидкостей в условиях малых производств / В.С. Безменов, В.А. Ефремов, В.В. Руднев. - М.: Ленанд, 2010. - 216 с.
4. Библиографическое описание: Хлебенских Л. В., Зубкова М. А., Саукова Т. Ю. Автоматизация производства в современном мире // Молодой ученый. — 2017. — №16. — С. 308-311.
5. Брюханов В.Н. Автоматизация производства. / В.Н. Брюханов. - М.: Высшая школа, 2015. - 367 с
6. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А.А. Иванов. - М.: Форум, 2012. - 224 с.
7. Капустин Н.М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов. - М.: Высшая школа, 2015. - 415 с.
8. Крылов Ю.А. Энергосбережение и автоматизация производства: Учебное пособие / Ю.А. Крылов, А.С. Карандаев, В.Н. Медведев. - СПб.: Лань, 2013. - 176 с.
9. Мартяков А.И. Автоматизация технологических процессов и производств. Основы профессиональной деятельности / А.И. Мартяков. - М.: МГИУ, 2010. - 384 с.
10. Методические рекомендации по лабораторному практикуму "Создание 3D-аннотаций на виртуальной модели изделия" А.Л. Комисаренко., 2013. – 402 с.
11. Новиков В.П. Автоматизация литейного производства. Ч. 1 Управление литейными процессами / В.П. Новиков. - М.: МГИУ, 2010. - 292 с.

12. Проектирование операционных заготовок в CAD/CAM системах Д.Д. Куликов, В.С. Бабанин, В.С. Гусельников, Н.А. Шувал-Сергеев. 2014. - 184 с.
13. Схиртладзе А.Г. Технологические процессы автоматизированного производства / А.Г. Схиртладзе, А.В. Скворцов. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2011. - 400 с.
14. Схиртладзе А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебник для ВУЗов. / А.Г. Схиртладзе. - М.: Абрис, 2012. - 568 с.
15. Схиртладзе А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебник / А.Г. Схиртладзе, А.В. Федотов, В.Г. Хомченко. - М.: Абрис, 2012. - 565 с.
16. Схиртладзе А.Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебник / А.Г. Схиртладзе, В.Н. Воронов, В.П. Борискин. - Ст. Оскол: ТНТ, 2012. - 600 с.
17. Схиртладзе А.Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебник / А.Г. Схиртладзе, В.Н. Воронов, В.П. Борискин. - Ст. Оскол: ТНТ, 2013. - 600 с.
18. Схиртладзе А.Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов / Ю.З. Житников, Б.Ю. Житников, А.Г. Схиртладзе; Под общ. ред. Ю.З. Житников. - Ст. Оскол: ТНТ, 2011. - 656 с.
19. Федоренко И.Я. Технологические процессы и оборудование: Учебное пособие / И.Я. Федоренко. - М.: Форум, 2011. - 176 с.
20. Харламов Д.А. Тепловые и технологические процессы во вращающихся обжиговых печах / Д.А. Харламов, Э.Э. Меркер, А.А. Ансимов. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 296 с.
21. Хлебенских Л. В., Зубкова М. А., Саукова Т. Ю. Автоматизация производства в современном мире // Молодой ученый. — 2017. — №16. — С. 308-311.

22. Шильман Л.З. Технологические процессы предприятий машиностроения: Учебное пособие для студ. сред. проф. образования / Л.З. Шильман . - М.: ИЦ Академия, 2011. - 192 с.

23. <https://ascon.ru>

24. <http://www.blogveselova.ru>

25. <http://www.compuhome.ru>

26. <http://delta-grup.ru>

27. <https://edu.ascon.ru>

28. <http://ftp2.delcam-ural.ru>

29. <http://ieportal.net>

30. <http://www.microbs.ru>

31. <http://mykomp2.ru>

32. <http://necessary-soft.net>

33. <http://otherreferats.allbest.ru>

34. <http://www.sapr.ru>

35. <http://www.stanoks.com>

36. <http://sd.ascon.ru>

37. <http://sistemapro.ru>

38. <http://www.technology-site.ru>

39. <https://www.technolog.ru>

40. <http://www.technolink.spb.ru>

41. [www.technohim.ru](http://www.technohim.ru)

42. <http://www.tehnopro.com>

43. <http://tfile.ru>

44. <http://ru.wikipedia.org>